



科普
名家
经典

探索时间之谜

时间的科学和历史

(加拿大) 丹·福尔克 / 著 严丽娟 / 译

In Search of Time

Curious Dimension

时间到底是什么？它真的会流动吗？如果失去记忆，我们还能感受时间的变化吗？它的存在，或者只是幻觉？

我们生活在由时间构成的世界里，但我们几乎对它一无所知



海南出版社
HAINAN PUBLISHING HOUSE

这才是你要看的“时间简史”

霍金的经典名著虽然名为“时间简史”，但其内容主要是从天文物理的角度探讨宇宙。而《探索时间之谜》却是打破一切学科的界限，从各种面向切入时间这个主题，这是一本真正全面探索时间的巨著。难怪看过本书的书评家会说：“霍金的《时间简史》就该这样写！”

如果你想彻底了解时间，如果你觉得《时间简史》过于艰涩难懂，赶快打开《探索时间之谜》吧！

本书从广泛的角度、认知与思维来探讨时间。作者的身世也许不如《时间简史》的霍金那般迷人，但这一本书，你绝对看得懂，且一定能激发你进一步的思考。借这一本书好好面对你仅有的一生“时间”吧！

——侯维恕（台湾大学物理学系教授）

这本新书我一开始读就爱不释手。书中内容涵盖许多有趣的主题，从史前时代横跨到遥远的未来。时间这谜样的东西可以赚也可以花，有可能省下来，也有可能失去。建议大家都挪出时间来读《探索时间之谜》。

——瑞斯（科普畅销书作家）

福尔克完美地将科学与文学、哲学结合……并且延伸到其他引人入胜的主题，例如过去与未来的基本概念、鸟儿在早餐时间奇特的记忆行为。在丰盛的时间飨宴后，福尔克最终对比了牛顿眼中“绝对、真实且精确”的时间，以及爱因斯坦在1955年所留下的最后话语：“过去、现在和未来的差别，只是挥之不去的幻觉”，来呈现现代人对黑洞和宇宙未来的臆测。

——《出版家周刊》重点书评



ID: hainanbook

ISBN 978-7-5443-6553-6



定价：45.00元

陈列类别◇社科◇科普读物

探索时间之谜

时间的科学和历史

（加拿大）丹·福尔克 / 著

严丽娟 / 译

In Search of Time: Journeys Along a Curious Dimension

By Dan Falk

Copyright © 2009, Dan Falk

This edition arranged with Transatlantic Literary Agency Inc. through Andrew Nurnberg Associates International Limited

本书译稿由台北“猫头鹰出版社”授权

版权所有 不得翻印

版权合同登记号：图字：30-2013-235 号

图书在版编目（CIP）数据

探索时间之谜 / (加) 福尔克著；严丽娟译。——海

口：海南出版社，2016.5

书名原文：In Search of Time: Journeys Along a Curious Dimension

ISBN 978-7-5443-6553-6

I. ①探… II. ①福… ②严… III. ①时间学—普及

读物 IV. ①P19-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 053139 号

探索时间之谜

作 者：[加拿大] 丹·福尔克（Dan Falk）

译 者：严丽娟

监 制：冉子健

策划编辑：李继勇

责任编辑：孙 芳

装帧设计：黎花莉

责任印制：杨 程

印刷装订：三河市祥达印刷包装有限公司

读者服务：蔡爱霞

海南出版社 出版发行

地址：海口市金盘开发区建设三横路 2 号

邮编：570216

电话：0898-66830929

E-mail: hnbook@263.net

经销：全国新华书店经销

出版日期：2016 年 5 月第 1 版 2016 年 5 月第 1 次印刷

开 本：787mm × 1092mm 1/16

印 张：20.5

字 数：230 千

书 号：ISBN 978-7-5443-6553-6

定 价：45.00 元

【版权所有 请勿翻印、转载，违者必究】

如有缺页、破损、倒装等印装质量问题，请寄回本社更换

序

说一个关于时间的故事

“你在写一本关于什么的书？”

跟别人说你在写一本关于时间的书，他们会有一些很有趣的反应。有些人满脸疑惑，有些则会不置可否地耸耸肩。

“时间有什么好说的？”他们感觉你找不到足够有趣的题材来塞满整本书（“不就滴滴答答地过去了吗？”）。还有些人似乎一听就懂，还会猜测有没有特殊的主题：“会讨论时光旅行吗？”会，我保证会，有一整章的篇幅（我告诉他们，就算时光旅行不可能实现，引发的话题仍非常吸引人，例如时间和空间的本质，以及自然的定律）。有些人猜这本书一定跟“物理学”有关，非常深奥，不断提到熵、世界线等名词。不是的，我要他们放心，至少不会“只”讨论物理学。我想要用更不受限的手法，从几个不同的方向探索时间之谜，每个方向都有不同的观点和真知灼见，也各有成功和挫败的记录。

事实上，我不得不从这么多的角度来探索时间，因为单一门学科提供不了“答案”。看到家里书架上排列的书籍，事实显而易见（当然我也跑了很多趟图书馆，但是在家收藏相关的书籍也让人很开心，在直面本书中的必要元素前，就可以研究

好不少的数据)。最上面两排书架放了科学史和科学哲学：这里有布洛诺夫斯基、布尔斯廷和伽莫夫的经典著作，还有一堆萨根的书，另外还有费理斯和丹尼尔森最近的作品。下面是科学传记区：有德雷克和索贝尔的《伽利略传》，韦斯特福尔和格莱克的《牛顿传》，派斯、弗尔辛和艾萨克森的《爱因斯坦传》。其他一些书则专门讨论这些伟大的科学家所创造出的理论。下面放了关于现代物理学和宇宙论的书，包括霍金、温伯格、格林、戴维斯、瑞斯、克劳斯等人的著作。再下面则是关于演化和人类本质的书籍，包括戴蒙德、塔特萨尔、道金斯、豪泽的著作。更下面则是关于意识和心智方面的著作，包括平克、彭罗斯、丹奈特、克里克、达马西奥、埃德尔曼的著作。更不用提我一定准备了一些详细讨论时钟、历法和计时的书籍，如惠特罗、艾文尼、兰迪斯、邓肯、史蒂尔的作品。

说到时间，好吧，时间横跨上面所有的领域。我其实要面对一项挑战，每一门学科或多或少都跟其他的领域有关系。如果要织一张蜘蛛网，东连西连当然没问题，但写书的话就真的会受到束缚，所以我必须紧贴着主题流畅地叙述，也就是说一个故事。要说这个故事，我必须精挑细选。在权衡科学和哲学的比重时，科学通常会胜出。并不是因为哲学枯燥无味，只是因为我记得在叙述故事发展时哲学的说法比较无力。（“什么？你不会提到海德格尔尔和伯格森？”很可惜，都没有。我会提到柏拉图、亚里士多德、莱布尼兹、麦克塔加特和其他几位关键人物。）光在这些学科中，正在进行的研究也多到无法塞进一本书里，本书的十二个章节信手拈来都可以独立写成一本书。如果读者想要进一步钻研，我希望书后详细的注释和完整的来源书目表可以帮你找到更多阅读素材。就文字来说，这

引言

时间是什么

如果有知觉，我们就能察觉到时间的推移。

——卢卡斯《时间和空间的论文》

时间流逝。听，时间正在流逝。

——托马斯剧作《牛奶树下》

“我彻底解决了问题，”1905年5月，年轻的爱因斯坦兴奋地告诉友人贝索，“解决的方法就是分析时间的概念。”

贝索和爱因斯坦在瑞士伯恩的专利局一起工作，他是第一个听到这个秘密的人。一个月后，全世界都知道了（起码《物理学年鉴》的忠实读者一定会看到。要再过14年，爱因斯坦才会成为家喻户晓的科学家）。爱因斯坦花了10年的时间密集研究，进行了设计精巧的“思想实验”，写出了一篇充满开创性的文章，他想协调麦克斯韦的电磁学理论以及自伽利略以来就已经确立的相对运动法。这个问题需要马上找到解答，连当代最聪明的人都被难倒了。他的论文标题稀松平常——“关于运动物体的电动力学”，其内容却是颠覆性的：时间突然就像橡

我们要求时间暂停。开心的时刻会说时间飞逝，接受牙医治疗时却觉得时间慢得像在爬——但内心深处我们当然没这么天真。我们把记录“正确”时间的工作交给时钟，在布满半导体玩意儿的世界里，到处都是计时工具。但我们也不禁觉得，就算没有时钟记录过了多久，时间还是无情地继续流逝。正如两千三百年前亚里士多德所说：“即使四周一片黑暗，我们的肉体也不受干扰，如果心里想到什么事情，我们马上就会觉得时间也悄悄流逝了。”牛顿则猜测即使没有工具，时间仍会不断过去；但我们在后面也会看到，牛顿无法提供定论。这方面爱因斯坦也一样：他在1905年“彻底解决”的问题只是时间诸多秘密中的一个。时间的奥秘尚未完全揭开。

一说到时间，大家都觉得很熟悉，却又感觉到无比的神秘，这就是最难懂的悖论所在：再没有其他的事物像时间一样位处人类生活的中心，却似乎离我们非常遥远。人类一定能察觉到时间的流逝，这是最贴近人类意识核心的概念。但谁能解释时间到底是什么？完全不可捉摸。我们看不到、听不到、闻不到、尝不到也摸不到时间。但我们真能感觉得到，或至少认为自己感觉得到。咬文嚼字？非也，我们之后会看到：科学家和哲学家还在争论“时光流逝”这样的简单句子到底想表达什么意思。

时间跟变化的关系密不可分。这个时候看到这样，过一会儿又看到那样，我们就会把变化跟时间流逝扯上关系。难怪有些人把时间定义成“大自然避免所有事件同时发生的方法”。但要把时间跟变化画上等号，似乎又错过了重点。时光的流逝感觉更基本、更重要。难怪诗人、作家、哲学家和科学家纠结了这么多年，还是无法掌握时间的概念。

也得出同样的结论。但时间感觉没那么虚幻，不是吗？

科学的贡献不可忽略，但科学也让时间玄上加玄。爱因斯坦的相对论告诉我们，像“现在”这么普通的概念在四维的时空中就失去了意义。“现在”在仙女座星系是什么时间？我们找不到有意义的答案。如果这个困境让你觉得很烦恼，没关系，我们之后会看到，爱因斯坦跟你有一样的感觉。

在物理学中，不需要辨别过去和未来，更让人觉得奇怪。有些物理学家觉得时间和空间是一个巨大的区块，其中的过去和未来具有平等的地位。同时，“现在”被降级成主观的标记，如同“这里”。有些科学家觉得，虽然时间本身或许具有真实性，但其流动或推移纯粹只是幻觉，是神智清醒的人观察周围环境的方法产生的结果。没有刻意的观察，就没有时间的推移。正好呼应圣奥古斯丁的说法。

在努力了解时间意义的同时，我们也想用最精准的方法来测量时间。哲学家和物理学家仍在苦苦思索时间的意义，世界各地的巧手工匠和技师则发挥了无比的创意，用最迷你和最庞大的時計来记录时间。

自从人类存在以来，就发明了计时的方法。显而易见的自然循环，如一天、太阴月、一年，都引起了人类祖先的注意（他们跟现在住在都市里的人不一样，晚上能享受到黑漆漆的天空，天体的运行自然会影响到他们的生活）。葬礼仪式的迹象可以追溯到几万年以前，其中的陪葬物也透露出永恒的概念。

在历史上可以找到更为清楚的记录。每一个古老的文明都制定历法来记录自然的循环，有许多精细到令人叹服。西方历法的根源来自埃及和巴比伦，后来也做了一些修订：每隔四年

就插入一个闰年（这要感谢恺撒），且每四百年有三次不插入闰年（这要感谢教宗格里高利八世），让我们能把一年的天数凑成类似自然循环的模样，准确度也还算合理。然而，之后我们会看到，有很多方法可以跟得上自然的循环，格里历只是其中一种。

在某些古老的文化中，当时的人认为时间会不断循环，事件的结果一再重复；有些人觉得死亡本身只是转成另一种人类或非人类的存在状态。犹太教与基督教共有的神学理论想象到死后的生活，但对于历史的观点却十分不一样：事件在上帝的监督下按着独特的顺序一件一件发生，从创世的那一刻一直到最后的审判日——非常明确的线性时间观。历史学家认为，线性时间的想法就是西方世界观的基石。这个想法或许也铺下了科学革命和工业革命的道路，因而引发我们对理性的喜好，也有一种不断进步的感觉。到了17世纪末，欧洲人已经把时间当成抽象的东西，完全不受人类活动的牵制。

到了现在，时间无所不在：电子表、手机和计算机上都看得到时间一秒接一秒滴滴答答地流逝；而让全世界保持联系的电子网络，要仰赖时间差不到十亿分之一秒的原子钟发出的信号。在奥运比赛中，百分之一秒就可能是金牌和银牌之间的差异。但物理学家能辨别出最短的事件长度是一百埃秒（一百埃秒有多短？跟一秒相比，等于一秒钟和三亿年的差别），和他们测量出这最短的时间比起来，一瞬间简直就是永恒。

在所有的物种中，人类最在意时间，但所有的生物都会受到时间循环的影响。生理时钟让动植物的生物节奏与自然环境保持一致。说到负责让我们察觉到时间的器官，大家都会回答是大脑。我们用某种方法从环境中吸收大量且混乱的感官

第一章

天上的時計

时间的自然循环

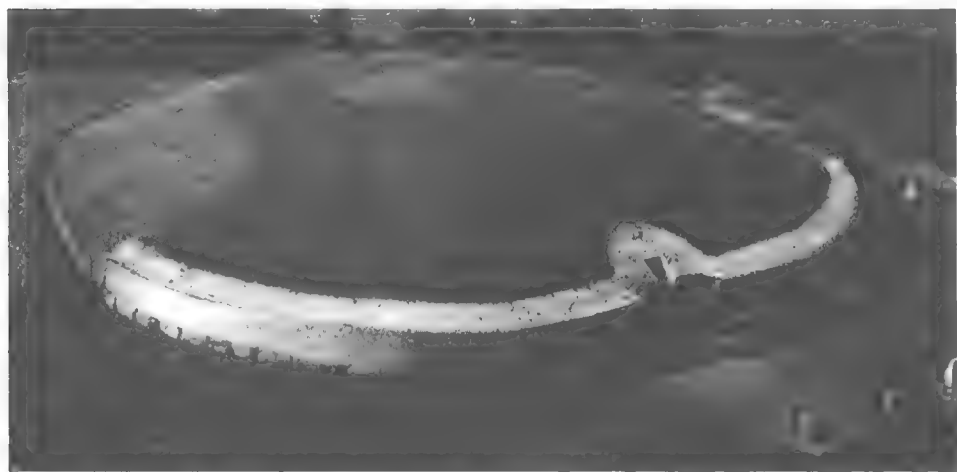
最早的伟大发现就是时间，也可称为经验的风景。

——布尔斯廷《发现者》

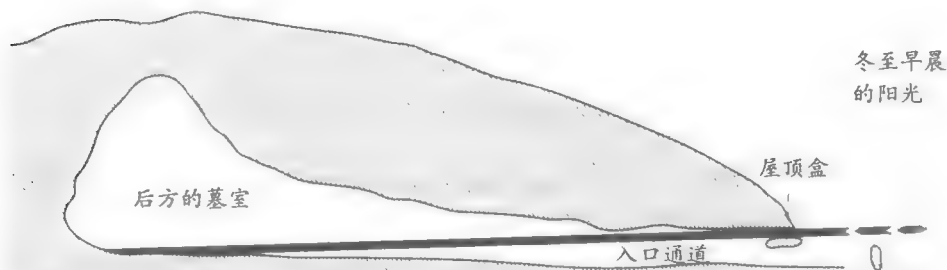
从都柏林搭乘爱尔兰铁路局的城际快车向北，只要半个小时就能到达德罗赫达市，但来到爱尔兰的游客却很少安排到此一游的行程。就连盛赞四周各郡具备丰富历史文化资源的《寂寞星球》也说这个海岸边的小城“没有魅力”。不过，当出租车继续往西行驶时，景色也愈来愈美，德罗赫达稠密的工业区逐渐让路给梅丝郡起伏的丘陵和翠绿的山谷。再往内陆走了几公里，我们来到欧洲非常重要的一处史前遗迹——纽格兰治的“长廊古墓”。

大多数来到纽格兰治的游客从博因河的南侧穿过主要的游客中心进入遗址，但我跟人家约好了一大早见面，必须从这条

就无法射进来。是巧合吗？就这么凑巧对齐了？都柏林高等研究院的天文学家汤姆·雷曾在20世纪80年代调查过纽格兰治的几何设计，他断定不可能是巧合。我到汤姆·雷位于都柏林的办公室拜访时，他说“我是天文学家，也是数学家，看了统计数字后，我感觉这样的构造真的不太可能这么凑巧”，“当时的人想要”和太阳成一直线。几年前，鲍威尔在知名考古学期刊发表的文章也有同样的结论：“毫无疑问，这个特色就是整座墓地设计中不可或缺的一环。”



位于爱尔兰纽格兰治的“长廊古墓”，可追溯到公元前3100年的新石器时代，到了冬至的早晨，阳光通过古墓入口上方的开口射进来，照亮墓室后方。

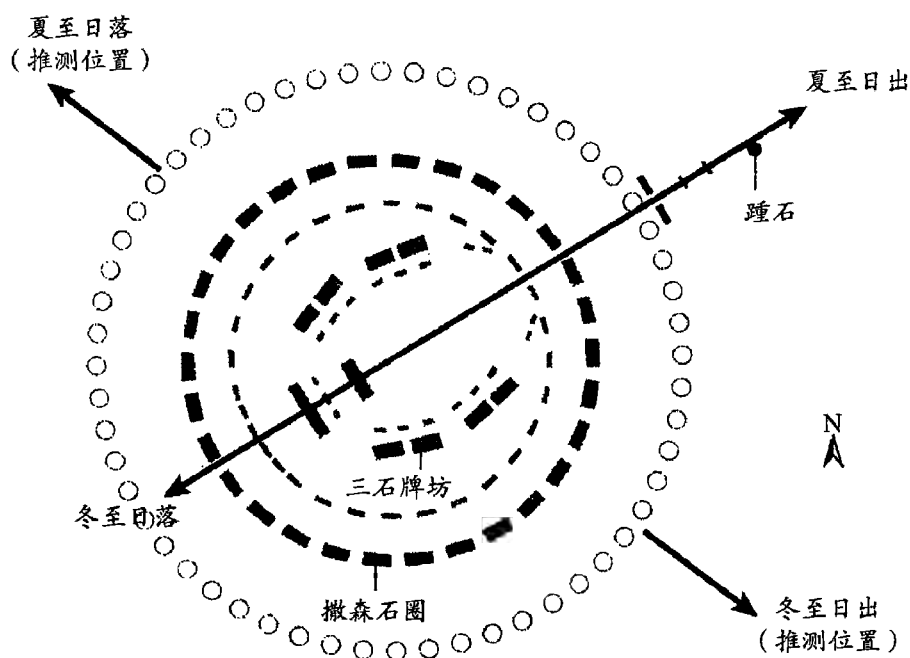


可以让早期的人类了解从怀孕到生产需要经过九次月圆，或者有时某些植物和动物的数目会变少，或许他们还发现过12或13个月，四季就会循环一次。不过艾文尼要大家小心：“用我们的模糊观念去揣测制造工艺品的人心里怎么想，就是考古学不确定性最高的一个地方。”

到了公元前三四千年的新石器时代晚期，地球表面出现了非常壮观且耐人寻味的结构，体现了人类对时间流逝的兴趣*。在欧洲各地，从地中海西边到大不列颠群岛和北大西洋沿岸，出现了壮观的石造遗迹（巨石），包含十多个围成圆圈的石碑，在英国和爱尔兰最多。我们刚才看过了纽格兰治，很多人相信这个古老遗址具有历法的含义。巨石阵当然更有名，而邻近的埃夫伯理石圈则更大更复杂，位于苏格兰西北部刘易斯岛的卡兰尼什，石群数目和精密度都不逊于巨石阵。之前的考古学家认为这些石碑是观测站，用来追踪日月星辰的移动。这种诠释引来了争议（“观测站”的说法总不免引人议论），但最基本的主张则无人反对，举例来说，巨石阵的主轴正对的是夏至日出的方向。（英国西南部乡间随处可见的“狭长古墓”等古老构造通常也会对齐太阳的方向，不过不太精确，大多数呈东西向，入口对着地平线东边的象限。但这些构造的实际方位角度十分多变；有些学者认为它们可能是对着月球，而不是太阳。）

* “旧石器时代”和“新石器时代”等文化时期没有绝对的年份；在不同的地理区域开始和结束的时候都不一样。上面提到的日期指欧洲的新石器时代晚期。

的设计和建造动机一定和天体活动脱不了关系；问题在于关系有多密切，以及是否还有其他同等重要的动机*。



位于英格兰西南部的巨石阵，清楚显示出和天体对齐的样子：中间由三石牌坊组成的“马蹄形”主轴对齐了夏至日出的方向（也等于冬至日落的方向）。考古学家觉得还有其他的对齐方式，不过尚无定论。

在20世纪六七十年代，几名作家费尽心思阐释巨石阵和其他新石器时代的遗址有哪些天文用途，他们的主张引起强烈的争议。少数几位满腔热忱的作家宣称巨石阵是座精密的观测站，就像模拟计算器一样，用来预测日食或月食（有可能利用插在地上那些洞里的五十六根木柱）。考古学家和考古天文

* 根据参考资料，有件事很有趣，现代的德鲁伊（塞尔特族的宗教教派）认为遗址是他们的，但巨石阵早在塞尔特族入侵前就已经建造完成。德鲁伊或许曾用过这个地方，但巨石阵绝对不是德鲁伊盖好的。

和月球最北和最南升起和降落的位置一定都记录下来了*。艾文尼同意，在冬天的那几个月，会有人用巨石阵的主轴来监控月球升起于最北的位置，事实上，他也不排除这道轴曾被当成月食的指标。当月亮升起的位置落在巨石阵东北方的入口时（现在入口处只留下了踵石），当年观测天象的人或许就知道下次满月时可能会出现月食。艾文尼的文章提道：“但就算没有出现月食，迎着那特殊满月带来的光芒，大家也能彻夜举办仪式，敬拜来访的神祇。”他说，建造巨石阵的人或许也在记录天体移动。但他也补充：“我相信，如果巨石阵和日月天文学有关，新石器时代建造巨石阵的人和天空之间的关联比较倾向于戏剧效果，不属于精确的科学。”那也难怪中世纪的人把巨石阵称为“巨人之舞”。

时间的圣殿

显而易见的是，石圈遗址曾经是民众聚集的地方，但聚集起来做什么？观察天象？表示新的季节开始？崇拜太阳和月亮？把祖先当成神祇供奉或敬拜死者？很有可能这些理由都没错，而且还有其他的目的。除了我们能想到的用途，巨石阵也曾是墓地：考古学家最近发现该处理了两百多人的骨灰。但宗教仪式总无法完全脱离宇宙哲学，尤其有时候天体本身就是祈祷的对象，而在复杂的宇宙阶层中，日月就在最上层。遗迹就像万神殿，容纳神明以及动物和人类的灵魂。我们也要记得，

* 和太阳相比，月球升起和降落最北的位置更偏北边一点，升起和降落最南的位置则更向南偏，日月北边位置的差距跟南边的一样。

看，沿着南北分布的塔正好符合一年内太阳起落位置的范围。在冬至（和夏至）的时候，太阳会从最北边（或最南边）的塔上升起和降落；在其他时候，可以用塔来追踪太阳的位置，误差不会超过两天。

新石器时代的看法

所有有关史前人类及其宇宙观的主张，都不免会引起争议。但很清楚的是，到了新石器时代晚期，生理上已经演化为现代人的人类遍布全球，他们打猎、农耕和照顾作物；夜晚的天空和有节奏地循环的天象也吸引了他们的注意力。空中的時計唤醒了内心深处的某些东西。

我们当然无法确切明白石器时代建造石群的人心里在想什么。每一位考古学家一定都幻想过利用时光机回到巨石阵正在建造的时刻（或许你会很想靠近建造工人，问他们一长串问题，不过躲在远处的树丛后观看建造过程不容易破坏时空连续性，你可以带着望远镜和笔记本）。但我们现在只能接受巨石阵和其他新石器时代留下来的石群告诉我们的信息。

再回到纽格兰治，图菲常常在想这些事情。她忍不住一直思量，当建造石群的工人费力搬运石头和雕刻那些神秘的图案时，心里到底在想什么。她说，最合理的猜测应该也跟现在的差不多。她也承认，我们无法克制想要从石头上读出建造工人可能有、也可能没有的动机。图菲在遗址工作了20年，耳中听到的游客个人体验通常都反映出在流行文化中随着时间不断变化的宇宙观。在20世纪70年代，冯丹尼肯的书《诸神的战车》问世后，游客有时候会告诉她，土墩看起来很像宇宙飞船。

第二章

日日，月月，年年

追寻完美历法

凡事都有定期，天下万物都有定时。

——《圣经·传道书》第三章第一节

每年到了秋天（或几乎每年秋天），满肚子经典笑话的脱口秀主持人戴维赖特曼就会找个合乎时节的笑话，说出如下的至理名言：“好，那就祝犹太人朋友新年快乐。今天是犹太新年，也是犹太历5768年的开始”——这是2008年版的笑话，“喂，你跟我一样吗？支票上还继续写5767年？”（提示鼓手连续敲鼓边，乐队领班谢弗也纵声大笑。）当然，住在耶路撒冷的正宗犹太人也一样，没有人会在支票上写5767年或5768年。相反，从美国西雅图到新加坡，起码在日常事务上，所有人都用格里历，也就是阳历，这项伟大的发明结合了巴比伦人和埃及人的想法，经过罗马人修改，由16世纪的教宗和一群快

恺撒的历法

罗马人跟早期的埃及人一样，一开始使用一年12个太阴月的历法，不时加入额外的日数或月份，以便跟上四季的脚步。这套系统称不上完美：作家邓肯解释，除了不受重视，也有政治操作。他的文章提到，负责历书的教士“有时候会增加一年的长度，他们偏袒的执政官和议员得以延长任期，或者缩短一年的天数，让对手早点下台”。他们也用历书“增加或减少税金和租金，有时候是为了个人的财务利益”。在恺撒上台之前，罗马历法急需改革。希腊的历史学家普鲁塔克指出，罗马人想要建立确凿的规则，让月份循环符合一年四季的变化，因此节庆和进行祭拜的重要日子就可以慢慢改变，最后完全脱离起初设立的目的，配合季节的流动，但当时的人不懂如何计算太阳年；只有教士知道时间，他们按照自己的心愿，不公开通知就私自加入闰月。

普鲁塔克在文中提到恺撒的改革“流露出科学独创性”，因为恺撒大帝“召集了当代最杰出的哲学家和数学家提出定案”，最后他们采用“更精确的新方法来修正历法”。新系统上路后，罗马的成功“超越其他各国，能够避免不平衡的周期惹出的错误”。恺撒改革的核心想法和两百年前托勒密三世提议的一样：每4年增加1天。4年中的3年有365天，第4年则有366天（1年的平均长度就是365.25天）。儒略历一年的月份有的有30天，有的有31天（起始都和月相没有关系），奇怪的只有二月（平年有28天，闰年有29天）。为了修正累积到当时的“游移”，恺撒下令在我们所谓的公元前46年另外加两个月；那一

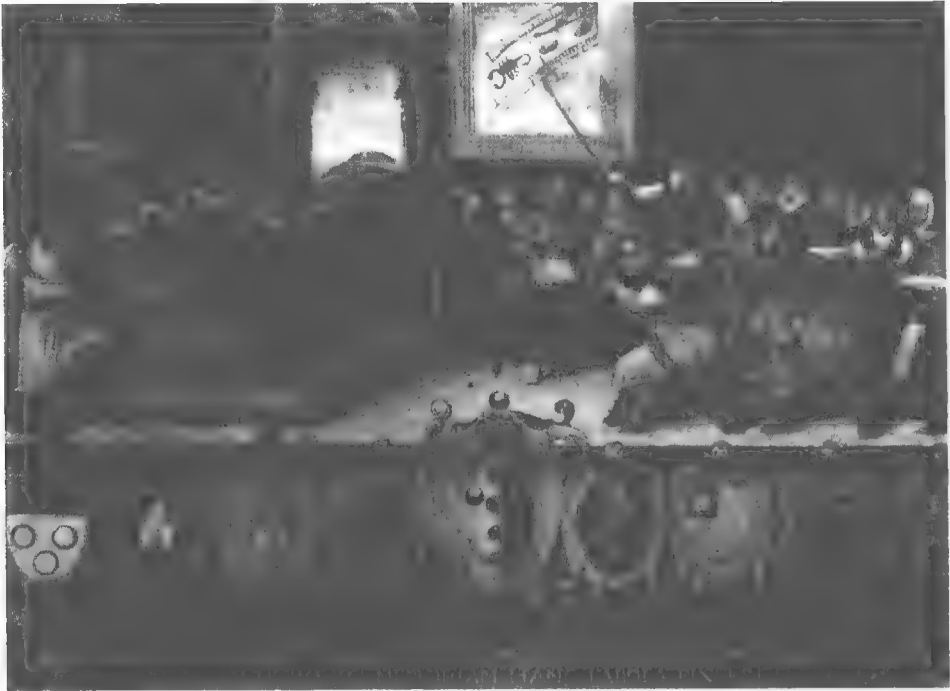
方人还没有零的概念），因此公元前一年之后就立刻是公元一年。（顺带一提，公元前的英文缩写B.C.代表“在基督前”，到了17世纪初期才有人采纳。另外也要注意，A.D.是拉丁文的缩写，但B.C.却是英文的缩写，当B.C.广为使用时，受过教育的人多半也用英文取代拉丁文成为日常语言。）

我们上面说过罗马人最后如何把新年移到1月1日，之后西方世界也逐渐接受这个做法（但花了很长一段时间，英国及其殖民地到了1752年才采用1月1日作为新年）。但何时要庆祝新年的做法终究十分多变。很多文化选择把春季当成一年的开始，因为春天象征重生和复苏。在南美洲，很多原生文化跟埃及人一样使用恒星的偕日升，但不像埃及人那么看重天狼星，他们的焦点是昴宿星团（在多种土话中，“年份”和“昴宿星团”是同一个字）。当地目前留存下来的古迹彰显出昴宿星团的主要作用，印加文化的遗址尤为明显。比方说，在秘鲁的马丘比丘，一座叫做托雷翁的椭圆形石造建筑上的窗户对齐了地平线昴宿星团升起的位置。（最近在亚克达巴塔发现的印加城市算是马丘比丘的“郊区”，中间隔着乌鲁班巴河，这里的建筑物也有同样的对齐设计；庙宇和观测站也对齐夏至、冬至、春分和秋分时太阳升起的位置，有些也对齐昴宿星团。）

要注意的是，历书上决定新年开始的信号不需要和天象有关。西太平洋上的特洛布瑞安岛民在沙蚕开始产卵的“蠕虫日”开始新的一年，通常介于10月中到11月中。

用月亮计时

从新月出现到下一次新月之间的日子称为太阴月，或许比



教宗格里高利十三世召集委员会进行历法改革，约为1582年。

委员会也绞尽脑汁要定下复活节的日期，纷扰了几个世纪的难题终于得到了解答。但对外行人来说，他们用来计算日期的解决方法似乎更复杂。他们仍用数学模型仿真月球的移动，以长十九年的默冬周期为基础，也根据叫做“黄金数字”和“岁首月龄”等复杂的结构进行计算，还好我们不必在这里讨论这些概念。尽管用了这么多晦涩的数学算法，复活节的日期仍然很接近“春季第一次月圆后的第一个星期日”。基督徒仍使用阴阳历，跟随季节的脚步，但也按月亮的阴晴圆缺来庆祝某些节日，复活节就是一个例子。

利尤斯和委员会的建议说服了教宗格里高利，1578年1月5日，他颁布了20页长的概要来说明改革的计划。概要中宣布跟15世纪前恺撒的做法一样，1月1日就是新年的开始。最后在

方落下*。在很久以前，一定有人注意到，如果你把棍子垂直插在地上，就会在地上投下阴影，阴影的移动跟随太阳在空中的路径，日晷就此诞生。那根棍子演化成日晷的指标，叫做“日规”（gnomon），此字源自希腊文，有“展现”或“表明”的意思。最早的日晷出现在公元前第四个千禧年的中期，制造地点有可能是埃及或近东地区。

埃及人建造的日晷有大有小，大的像巨石柱，小的可以拿在手里。可以随身携带的“影子钟”约始于公元前1500年，既精巧又简单：T形装置上的横栓指向太阳时，阴影落在画了记号的垂直轴上，就能估算出当下的时间。埃及人把一天分成24个小时，这个概念或许来自巴比伦人**。埃及人用日晷来追踪白天的12个小时，另外12个小时则属于黑夜（数字12一定有特别的意义，因为一年大概就有12个月球周期）。

我们留下一天24小时的传统，但做了一个很重要的改变：埃及人的一小时长短会随季节变化；夏天的一小时比较长，因为白天比较长。我们现在用的小时则有固定的长度；因此在夏季时，白天的小时数会比冬天多。

在罗马帝国兴起前，日晷已经十分普遍，设计也很精巧。在公元前1世纪，一个名叫维特鲁威的建筑师能列出十三种不同的日晷，有的放在公共广场上，有的则放在私人的庭院里。日晷很快就成为罗马社会不可或缺的用品，让人可以安排一天

* 在北半球观察天象的人应该会看到这样的变化。在南半球的人仍会看到太阳由东向西移动，但弧形的轨迹则划过北方的天空。

** 巴比伦人使用60进制法，很像我们使用的位值系统，但基数为60，跟我们的十进制法不一样（60可以被很多其他数字整除，例如2、3、4、5、6、10、12、20和30，使用相当便利）。我们把1天分成24小时（2乘以12等于24），1小时分成60分钟，1分钟分成60秒，都反映出60进制法的影响，还有把圆形分成360度也是（6乘以60等于360）。

下来，轮子可以配合某种机制，在特定的小时敲钟。正如历史学家布尔斯廷所说：“时钟擒纵器发出的滴答声就是时间的声音。”

日晷显示的“小时”长度四季都会变化，而机械钟上的小时长度则保持固定。现在夏天的一个小时跟冬天的一个小时一样长了。布尔斯廷说，创造出“等长的小时”是人类经验中非常伟大的改革，“人类发表宣言，脱离太阳独立，证明他能够成为自己的主人，掌管周围的环境。稍后才会看出来，在实现这样的主权时，其实人要先屈服于一项自行其是的专横机器”。可以说，计时再也不用完全依赖天体的行进。在这个阶段，日晷仍是最可靠的计时装置；时钟必须定时调整时间，有时候每天都要改，因为时钟上的时间可能不符合日晷上的“真实”时间。

这些古老的时钟因为擒纵器的规律动作，才能发出滴答声，但最早的时钟没有“指针”，只用鸣钟报时。英文里的时钟clock来自法文字里的“鸣钟”cloche（德文的Glocke，中古英文的clok）；不过同一个字也可以拿来代表水钟或沙钟。同样，拉丁文中的“钟塔”（horologium）也可以用来代表所有的计时装置。

虽然我们不确定机械钟是谁发明的，也不知道正确的发明时间，但到了13世纪末的一二十年，机械钟的确已经出现了。历史记录显示为1283年，英格兰贝福逊的邓斯塔布尔修道院安装了第一座全自动、用重物驱动的时钟。在接下来的几十年内，大多数的教堂和修道院只要有经费，很有可能都安装了机械钟。

索尔兹伯里的铁钟声

埃及的金字塔以古老为特色，中国的万里长城则以绵长著名，而英国的小城市索尔兹伯里则以美景出名。在这座小城里，一排保存良好的木桁架屋伫立在中世纪的街道旁，星期二和星期四上午，广场上的市集闹哄哄的，就跟过去七百年来一模一样。口渴想来一杯啤酒的游客只要腰一弯，就可以进入地板发出吱嘎声、楼层低矮的酒吧，有典型的英国名字（如“陈年麦酒屋”、“国王之首”）、纯粹的英国名字（如“马车和马匹”、“假发与鹅毛笔”），或英国特有的名字（如“野味腰腿肉”）。但索尔兹伯里最吸引人的景点却是在13世纪建造的宏伟教堂和周围绿意盎然、宁静祥和的院子。作家布莱森在《哈！小不列颠》一书中宣告：“我百分之百认为索尔兹伯里大教堂是全英格兰最美丽的建筑，教堂的院子则是全英格兰最美丽的空间。”无怪乎画家康斯特布尔会在对面的河岸架起画架，捕捉大教堂和四周草地流露出来的宁静庄严。

索尔兹伯里大教堂以许多纪录出名：123米的高耸尖塔是全英国最高的，院子的面积也最大；目前仅存四份原始版本的大宪章就有一份存放在会议厅里；这里收藏的时钟很有可能是全世界最古老的，而且目前还能运作。时钟在14世纪末期制作，原本放在教堂的钟塔里，钟塔在18世纪时遭到毁坏，这座中世纪的古董钟被送到储藏室，接着就被遗忘了。20世纪初期又被人发现，经过整修后放在地面层的北翼长廊上，离大教堂西侧的入口不远，现在仍放在同样的位置。

在最近一次参观时，我约了普雷斯特，他的职称就跟这

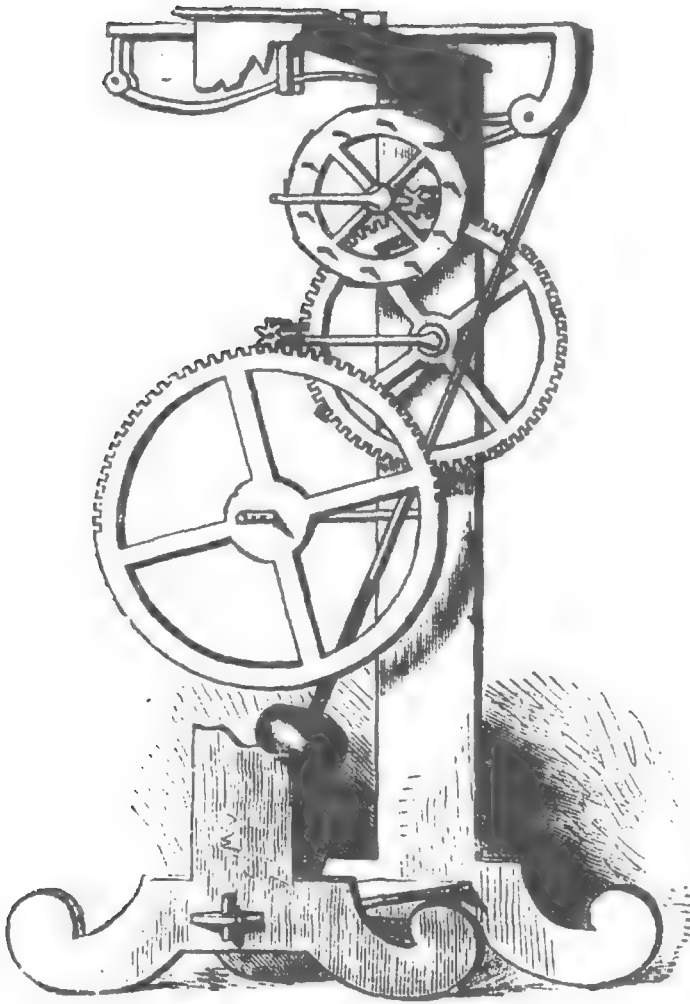
个城市一样充满英国味：他是隶属索尔兹伯里大教堂教长和参事的守钟人。伴随着我们的耳朵听着似乎有催眠能力的时钟滴答声，普雷斯特解释了钟上许多零件的重要性。一眼就能看到的部件就是垂直的铁质齿轮。普雷斯特指出，齿轮利用地心引力的力量转动：后方的滑轮上挂了两块重石，重石落下时的拉扯力量让绳子从一双横向木头圆柱上松开，转动其中两个齿轮（其中一个控制所谓的“时间列车”，另一个则控制时钟的敲打装置）。当重石掉到地上，时钟就需要“上发条”：用一对外形像汽车方向盘的铁轮把重石吊回原处。

大多数访客可能都没注意到时钟最重要的零件，也就是擒纵器。擒纵器由两个重要部件组成：叫做“立轴”的垂直轴，和来回摆荡的水平铁条，叫做“摆杆”。摆杆两端吊着两个小重物，控制时钟滴答声的速率。操着一口英格兰西南部上流社会口音的普雷斯特说：“运作了六百多年的时钟当然换过一些零件，但这座钟大致还保持着原来的样子。”

这套机械和我们心目中的“时钟”形象相去甚远。就跟所有的古代装置一样，没有指针也没有钟面，只用鸣钟（现在已经拿掉了）来报时。整座机械放在边长一米多的方形铁框盒里，从外面就能看得一清二楚。

索尔兹伯里的钟跟当代的机械钟一样，并不特别准确，一天内就有可能快慢多达15分钟。罗马人只要用好一点的日晷，基本上在晴天的效果和这也差不多。普雷斯特说：“这座钟制作出来的时候，一个小时只分成四等份。当时的人还没有分钟的概念。”不像今日，我们“戴着时髦的手表，匆忙到分秒必争。古人守时的概念是最近的一刻钟或一小时”。

普雷斯特告诉我，虽然确切的起源未定，但据教堂历史记



伽利略的图画说明如何用钟摆来精确计时 这张图很有可能由他的儿子文森罗绘制（时间约为1641年）

的确，当时的大趋势是把很多之前没有计数（或计数方法差强人意）的实体加上数目或单位，时间的量化应该就属于这个大趋势，历史学家克罗斯比称之为“计量革命”。人类学家艾文尼指出，透视画法、复式簿记、复音音乐、货币标准以

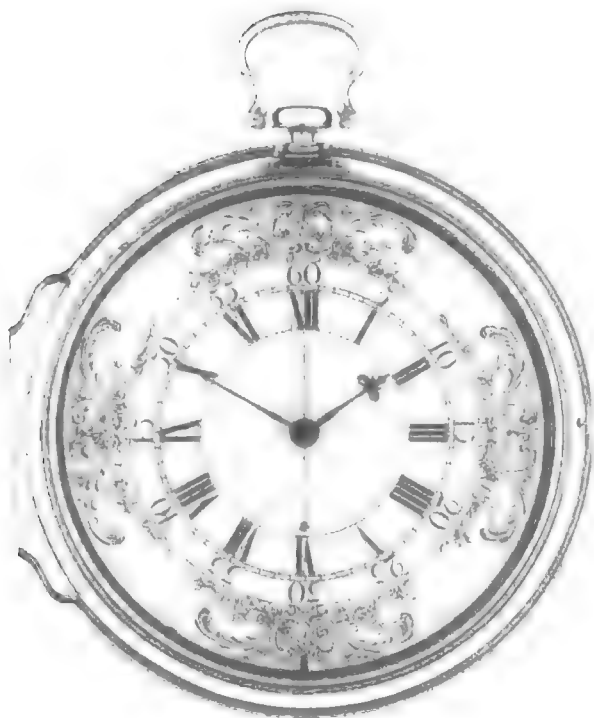
及前所未有的重量和度量单位大约都同时出现。他在文章中提到：“在1300年左右，相对来说不怎么长的几年内，西方世界中所有的事物几乎都变成可以指定数字的本体；对现实的感知出现了天翻地覆的变化。”

时间变成可以测量的量化物质后，也变成众人眼中可以赋予价值的商品。富兰克林的名言“时间就是金钱”*这时尚未普及，但时间已经变成有价值的东西。大家除了觉得浪费时间很愚蠢，也认为这是罪恶。17世纪时的清教徒牧师巴克斯特曾说：“爱惜时间，就不会浪费光阴，而是把每一分钟都当成最宝贵的东西来使用……也要想想，时间过了就无法挽回。现在不珍惜，永远无法收复。世界上所有的人，用尽所有的力量和智慧，都无法召回已经消逝的时间。”

17世纪时，新的時計出现了，时钟不再用立轴和摆杆控制，而是用来回摇动的钟摆。最早想到这种机械装置的人是意大利的天文学家兼数学家伽利略（1564~1642年）。伽利略注意到来回摇动的摆锤具有规律性；有可能他看到比萨大教堂天花板上微微摇摆的吊灯而得到灵感，甚至在晚年还拟定了制作摆钟的计划。但到了17世纪50年代，最早的摆钟才根据荷兰天文学家惠更斯（1629~1695年）的设计制作出来。

17世纪结束前，摆钟的精确度已经大幅改进，每天的误差从15分钟减少到只有15秒。到了这个时候，大多数的时钟和手表都有分针，秒针也快出现了。时钟的实用性终于超越日晷。或许不是巧合，在1660年以前，“准时”已经变成耳熟能详的

* 这个句子出现在富兰克林1748年出版的《富兰克林的智慧》一书中。然而，这个观点很早就出现了，古希腊的演说家安提丰曾宣告：“代价最高的花费就是时间。”



哈里森最出色的精确航海時計，代号就是H4。

问题的症结在于，你要知道启程港口目前是几点。在出发前先把摆钟设好，如果摆钟运作的状况不错，就可以帮你解决问题，但在船只摇摇晃晃的甲板上，摆钟其实没有用。当时已经问世的随身钟和手表不准确的程度无可救药。能带上船的時計必须准确，而且便于携带；能够适应温度变化，在颠簸的海洋上也能正确报时。

各国政府开始重视这个问题，希望能找到在海上决定经度的方法。1714年，英国国会透过刚刚成立的经度委员会，提供两万英镑的奖金（换成今日的币值则超过一千万美元）给能够解决经度问题的人。

认真接下这项挑战的是一名英国人哈里森（1693~1776

年)。他在约克郡出生，没受过正式教育，一生致力于制作精确的计时装置*。他造出四项伟大的机械装置，也就是他花了几十年努力钻研出的時計，现在是伦敦市郊格林威治天文台博物馆中最重要的展览品，上面也刻了他的名字。

最先造好的三只時計叫做H1、H2和H3，和我们心目中“可携带”的物品相去甚远，大小都和汽车引擎差不多。H1约重35公斤，复杂度令人望之却步。前方有一块椭圆形的铜牌，上面有四个显示时间的大型转盘。铜牌后面时钟的内部构造完全暴露出来，有几十个铜轮和齿轮，还有几百根不同长度的闪亮铜棒以奇怪的角度插在机械上。这座钟仍能运作：以弹簧为动力的机械装置嗡嗡作响，不同的零件跟着前后滑动或转动。在海上，每天可能会快10秒或慢10秒，还算差强人意，但哈里森觉得他还有进步的空间。

哈里森相信跟H1一样巨大而复杂的H2有缺陷，因此连测试都提不起劲来，他把希望放在H3上，他相信H3是他的经典之作。这第三套机械令人叹为观止，总共有753个零件。其中的双金属片是一项重大的突破：把薄薄的铜片连到平行的薄钢片上，时钟的擒纵器就能完美地抵销温度的变化。H3比H1和H2略小；即便如此，仍有60厘米高，重量接近30公斤。接下来的二十年内，哈里森反复重制H3，但总觉得不够完美。

博物馆的钟表学馆长贝茨说：“可怜的老哈里森花了19年的生命，想说服他的钟保持稳定的计时，但他永远无法满意。后来他只能咬牙切齿地把这口钟称为‘我那古怪的第三套机

* 哈里森的研究过程，在索贝尔的畅销书《寻找地球刻度的人》（1995年出版）中有详细的介绍。

械’。他一定对H3非常失望。”

刻在钟上的文字或许也反映了哈里森的挫折感。H2上用花哨的大字体镌刻着“献给英王乔治二世”的字样。H3的正面只刻了他自己的名字。

看来H3走进了死胡同，哈里森改用了激进的新方法。他描绘出小怀表的蓝图，委托朋友帮忙制作。他想用小怀表测试大钟的准确度。在哈里森那个时代，大多数的手表不太可能当作精确的時計。但当哈里森反复思索新怀表的设计时，他发现事实上精准的手表还是造得出来的。

哈里森终于开始思考如何制造小机械，也得到了报偿。结果他造出了卓越的H4。H4和前三代的差异宛若日夜。前三座钟硕大无匹，H4的宽度只有12厘米，跟甜点碟子差不多大，重量只有1.5公斤。装在闪亮的银质外壳里，就像普通怀表的放大版。但H4绝对无法用普通来形容。镶了宝石的轴心以红宝石和钻石打造，内部构造几乎没有摩擦力。在海上测试时，过了两个半月只慢了5秒。H4成为当时世界上的顶级時計。

虽然H4非常成功，但经度委员会却顾左右而言他，并没有发放奖金给哈里森。贝茨说，他们一直把颁奖的“门槛提高”，只陆陆续续给了哈里森几笔小钱。等他直接跟新上任的乔治三世陈诉，他才拿到奖金*。三年后哈里森就过世了。

哈里森的成就虽然到了近代才得到应有的赏识，但他的这项成就无疑是非常杰出的。贝茨说：“哈里森是精确時計之父。H4出现后，大家才发现我们的口袋里和手腕上也能有分毫

* 最后在英王坚持下，国会把钱付给哈里森，经度委员会从未真正把奖金颁发给任何人。

不差的时间。”

18世纪末，英国经历了惊天动地的变化（工业革命），如果没有准确的计时方法，就不可能出现这么了不起的变化。

主要衍生自煤炭的蒸汽动力让制造业一飞冲天。工厂雇用更多的工人，货物由汽船和火车头运送。到了19世纪末，电报和电话在一瞬间就能把信息送到遥远的地方。这些发展都让世界变得更有秩序。变化刚开始，工业上的新工具就改变了人类的生活方式。时钟愈来愈重要。历史学家惠特罗写道：

蒸汽提供工业革命的驱动力。虽然从前住在农舍里用手摇纺织机工作的织布工为了生活必须很努力工作，至少他们可以在想工作时工作，但工厂工人必须在蒸汽启动时上工。他们一定要准时到达，除了要知道几点钟，更要一分钟不差。

在这个变化剧烈的时代，蒸汽引擎就是当时的象征，但没有时钟，一切都不可能发生。历史学家芒福德观察道：“蒸汽引擎还不算是当今工业时代最主要的机械，时钟才是。”

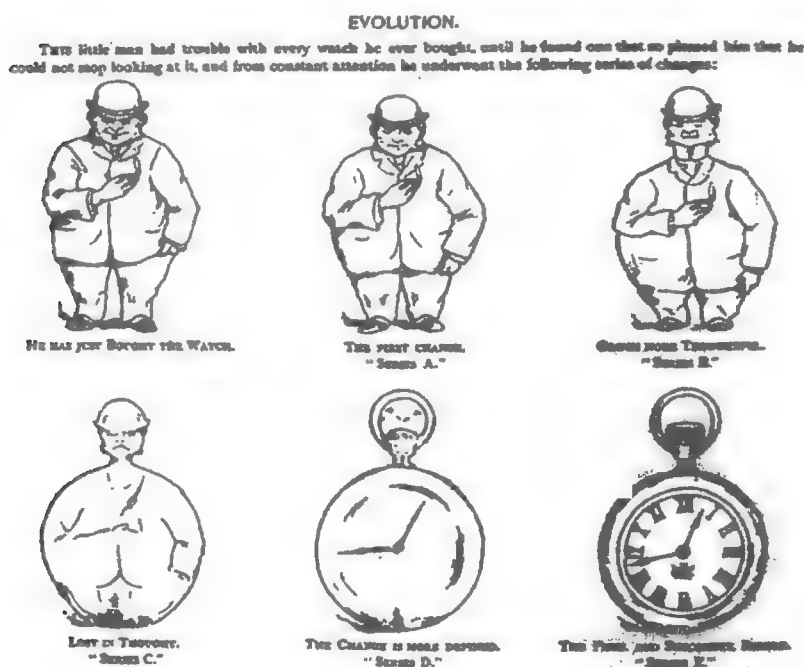
时钟为社会带来了深刻的影响，最明显的地方就是在工作场合。时钟一清二楚地宣布你现在要贡献多少时间给雇主，又有多少时间真的属于你自己。到了20世纪开始的时候，工作和休闲已经完全分开了。

一团乱的列车时间：时区的问题

然而，时间仍局限在某地。在19世纪初期，不同的城市也

有不同的时间。在英格兰，虽然时钟和手表已经很普遍了，但上面的时间仍靠太阳来控制：太阳爬到天顶时，就表示现在是正午，而正午的时间当然在每个城镇都不一样。两个相邻的小镇之间的时间差异或许不算什么，但累积起来也很可观。东边的多佛和西边的彭赞斯差了将近半个小时；伦敦和布里斯托差了20分钟。在北美洲，差距更为显著：比方说，芝加哥现在是正午12点，匹兹堡是12点30分，纽约是12点55分，波士顿则是1点08分。

在马车还是主要交通工具的时代，要到另外一座城市必须要花好几天，时差不太可能造成问题。但19世纪开始兴建铁路后，人类移动的速度愈来愈快，世界看起来愈来愈小。德国的作家兼诗人海涅1843年在巴黎写作时，就提过缩小的大陆：



在这幅瓦特柏利钟表公司1883年的广告中，人和机器逐渐地合而为一。

我们对事物的看法、观点，现在发生了怎样的变化……铁路缩小了空间，我们只剩下时间了……现在你只要四个半小时就可以到奥尔良，到鲁昂的时间也差不多。想想看，等比利时和德国的铁路连起来，世界又会变成什么样？我觉得各国的高山和森林都朝着巴黎前进。即使在现在，我也闻得到德国菩提树的味道，北海的碎浪就打在我的门前。

然而，由于时间的问题，世界要“联结起来”可不简单。各地时间的差别开始造成严重的混淆。英国大西部铁路公司1841年的时间表就是典型的例子：

铁路上所有的车站都以伦敦时间为准，约比瑞汀快四分钟，比史蒂文森快五分半钟，比赛伦斯特快七分半钟，比奇彭翰快八分钟，比布瑞奇瓦特快十四分钟。

英国首先踏出第一步：1847年，全国所有车站的时刻表都依照格林威治标准时间——在格林威治观测到的“平均太阳时间”^{*}。1851年，当万国博览会在伦敦举行时，很多英国人第一次体验到新的系统。那年伦敦的访客超过600万人，大多数人搭火车前往。在1880年，格林威治时间成为英国的法定标准时间。

在北美洲，情况更加复杂。铁路公司也分出了一些比较小的区域时区。到了19世纪70年代，在整个北美洲至少有80个铁

* 日晷上的时间就是“太阳时间”。我们想用时钟报出的时间则是“平均太阳时间”；如果太阳在一整年内都以稳定的速率穿过天空，日晷显示的时间就是“平均太阳时间”。

路时区。列车时间表读起来就像技术手册，城市之间的列车会经过各地无数的时区。

工程师佛莱明（1827~1915年）的解答很合乎逻辑。佛莱明生于苏格兰，在加拿大长大，他提出一套系统，让全球各地的时间标准化。1879年，他建议把全世界分成24等份，每一区横跨15五度的经度。每个时区内的时钟都设成同样的时间，也就是时区内中央子午线的平均太阳时间。每一区都比相邻的时区快一个小时或慢一个小时。持批评态度的人觉得这个想法不切实际，但佛莱明非常坚持，年复一年，在所有出席的会议上倡导他的计划。

要实行这套系统，必须有测量时间的“起点”，也就是作为其他时区基准的本初子午线。当然每个国家都想要争取这份荣耀，让本初子午线穿过自己的领土。然而，英国抢得了先机：格林威治的天文台拥有最精密的望远镜和时钟，也是全球航运最常使用的时间标准。在激烈的辩论后，国际团体赞成格林威治就是本初子午线的地点。1884年，国际本初子午线会议在华盛顿举行，与会代表采纳了佛莱明的标准时间提议*。但法国人在所有的官方文件中都避免提到格林威治标准时间。在1898年，法国的时间正式定义为“巴黎标准时间，延迟了9分钟21秒”；作家布莱斯说巴黎标准时间“正好跟某个满地绿荫的伦敦郊区一模一样”。

我们现在已经很习惯标准时间：搭飞机进入新的时区时，我们会按机长的建议调整手表时间。一般来说，我们根本感受

* 这里最好提一下，新的系统是西方人发明的。在会议中，只有一名代表来自非洲，两名代表来自亚洲的日本和土耳其（只有这两个国家不信奉基督教）。

不到这套系统出现前的混乱状态。但标准时间的寓意非常深刻。在维吉尼亚州乔治梅森大学任教的历史学家奥马利著有《长期观察：美国的时间史》一书，他认为标准时间甚至有助于国家和民族的认同。一项深远的影响就是某种“纵向的结合力”，联结相隔数千公里远、但正好靠近同一条经线的城镇。他说：“因此我和亚特兰大的人属于同一个团体，我跟他们没什么共同之处，但我们都会在同样的时间起床。亚特兰大日出的时间和这里完全不一样。”今日，在缅因州的老师、在巴尔的摩的律师和在佛罗里达的店员都同时开始工作，如果他们正好都是杰·雷诺和戴维赖特曼的忠实观众，他们会在傍晚同时打开电视。奥马利指出，像美式足球超级杯这么重要的节目播出时，同步的动作会更加明显，根据公用事业公司的记录，一到广告时间，几百万户的马桶会同时冲水。

标准时间奠定根基后，我们用来看时间的机械也更靠近我们，成为衣着的一部分。在一开始的时候，腕表就跟首饰一样，佩戴的人大多为女性。第一次世界大战时这个习惯也改变了，壕沟里的士兵也开始戴手表。从那时候起，贴身佩戴的時計成为我们不可或缺的配件*。

在20世纪20年代快结束时，有人发明了石英振荡器，计时的精准度不再受限于最好的机械钟。科学家发现某些水晶受到电荷影响时就会振动，调整水晶大小，就可以控制振动频率。然后反过来用振动控制集成电路，也就是一系列的微型电力开关，可以提供电力给模拟或数字的显示器（如果是数字的，就

* 几年前我可能会写“很多人没戴手表就觉得自己没穿衣服”，或效果类似的说法，但现在情况又改变了。手机液晶屏幕上的时钟让腕表变成多余的东西，不过这不表示腕表会完全退出流行。现在应该说，没带手机会让人觉得自己没穿衣服。

新科技承诺未来的计时方法更能一丝不差，过去几年才发展出来的原子喷泉钟和离子阱钟等装置带给我们希望。马萨吉布斯在美国海军天文台的同仁，正在开发使用铷原子的喷泉钟，等到这项技术成熟后，铷原子钟会比目前这群原子钟准确五十到一百倍。另一个方法则是利用以更高频率振荡的元素。以铯为例，这种元素的共鸣频率为每秒429兆次循环。东京大学的研究人员最近宣布，他们能够造出使用铯的“光晶格钟”，报时的精确度为十的十八次方之一，也就是一千兆分之一。这种时钟过了三百亿年，也只会有一秒的误差。

原子时间并非由一座钟或某个天文台决定，而要靠全球的原子钟网络。世界各地的实验室把原子钟的信号输入巴黎郊外国际度量衡局的办公室，这里的计算机会按这些时间的权重计算出平均值（美国海军天文台的数据大概占平均值的百分之四十），其结果就是我们提过的世界标准时间。

不过故事还没完：我们的时钟也显示出地球本身慢下来了，每年的旋转速度都愈来愈慢。由于月球对地球及地球上的海洋拉扯的力道不平均（太阳造成的摩擦力则没那么强），导致潮汐摩擦的力量出现，这就会减缓地球转动，仿佛在我们旋转的星球上踩下巨大的煞车（事实上平均下来，每年增加不到一秒钟。在恐龙横行地球的时代，“一天”可能只有二十三个小时）。我们的原子钟如果自行其是，最后会跟太阳时间出现明显的分歧。解决方法就是偶尔加个“闰秒”。有需要的话，到了六月底或十二月底，世界标准时间就会加一闰秒，让原子钟的时间和地球的旋转保持同步（也就是和平均太阳时间一致）。如果不加以修正，过几千年，时间显示是午夜，可是太阳却高挂天空。闰秒的概念自1972年出现以来，已经加了

第四章

在时间的控制中

时间与文化

考虑到你该做的所有事情，当你浪费一个小时，却让我感觉像是一千个小时……因为对你的身体和灵魂来说，再没有什么事情比时间更重要了，我觉得你不够珍惜光阴。

——意大利富商达提尼之妻在1399
年写给丈夫的信

我们的生活愈来愈紧张，愈来愈有压力，这是老生常谈了，事实上，用这种方法描述现代生活，简直就是陈腔滥调。不过检查现在几点钟的频率好像真的提高了，不是吗？甚至当我们努力不去担心时间的时候，时间也张牙舞爪地悄然潜行。很多人工作拿的是时薪；电信和网络公司按分钟收费（有的算秒数）；广告费用则照秒计算。在过去几十年内，生活的步调

似乎冲刺到惊险的速度。我们感到压力很大，要在更短的时间内完成更多的任务，起码看起来是这样。休闲时间当然仍占有一席之地，高尔夫球场和滑雪胜地生意也不错。但感觉在休闲的时候，我们也要匆匆忙忙。躺在海滩上时，你旁边的人是否盯着智能手机的屏幕不放？有人早上发电子邮件给你，接着就打电话过来，问你为何午餐前还没回信。在计算机前坐了一整天，我们一回到家又立刻打开家里的计算机检查私人的电子邮件，有些人甚至在上班途中工作。（最近一项研究结果指出，很多人觉得准备三明治“变得很麻烦”，因此不得不买更多“预先包装好的现成食品”。）



时间永远不够：纽约中央车站

法国的文化评论家吐尼尔认为，想在最短的时间内安排最多的活动，让我们“成为当下的囚徒……如果我们不慢下来，

留下的甲骨文描述了月食的情况，在特定天文活动现存的记录中，这或许是最古老的。玛雅人也一样，他们认为天空中的活动会影响地上的事物，每次遇到彗星、日食或月食，或行星连成一直线，就觉得是天神在对地面的活动降下旨意。

中国人觉得时间在某种程度上是不断循环的。改朝换代似乎跟天际循环的起落一致。公元前5世纪的圣人孔子把完美的统治者比喻成北极星，也就是整个宇宙的轴心*。但加诸其上的却是一种深厚的时间连续感，短期和长期都包括在内。正如我们在前一章看到的，中国人造出了精密的水钟，过了一百多年，欧洲才出现机械钟。但在西方人眼中，中国人对时间这种盘根错节的想法离不开和因果律有关的特殊看法。在古代的中国，时间“就像一大块织锦，来回编织在一起”，说这话的班大为（David W. Pankenier）在宾夕法尼亚州的理海大学任职，是中国历史、语言和文化的权威。不论出现的前后顺序，在帝国某处发生的事件将会影响到其他地方的事件，就像在一大块布料上拉住某个点，整块布上都会出现皱褶。甚至有一位君主为了不让自己的统治期超过六十年而放弃了帝位，只怕在位太久会违反自然秩序。当朝代衰落时（再一次响应玛雅人对世界的看法），全国的子民都感到心神不宁。班大为说：“那是眼前的大趋势，就像听到音乐的曲调变得荒腔走板。”历史学家弗雷泽说，中国人的目标是“个人、人际、社会及自然之间都能和时间取得和谐”。

* 恺撒大帝也有同样的看法，至少莎士比亚笔下的恺撒就曾宣称：“我如此坚定，好似北极星，稳牢而故我，无星能匹敌。”

过去，而不重视未来，“因为关系一定要从过去的角度来解释”。

非洲东部的莫西人也卡在“事件时间”里，但略有变化。他们确实会追踪月相，依据月相就知道目前是什么月份。跟努尔人一样，莫西人的每个月都有代表性的事件或活动：在第一个月河流开始消失，在第二个月就要清理河床上的菜园，第三个月必须洒下高粱的种子；每个月都有不同的事要做。然而，部落内的人对于现在是第几个月一定会有不同的意见。艾文尼发现，如果你问莫西人现在是几月，“他可能会告诉你村里有些人说现在是第五个月，但也有人说是第六个月”，有时候为了争辩谁才是对的，村民很有可能会大吵一架。人类学家一开始认为这种意见分歧的状况表示莫西人不在乎精确的计时，后来才发现其中有种天生的逻辑。事实上，如果所有的莫西人都同意现在就是某个月，反而会有麻烦。因为月份和季节的活动有关（只是关系不那么紧密），就某种程度而言，十二个月份必须和太阳年调和一致；我们在第二章说过，太阳年比十二个太阴月长，但不足十三个月。因此，最后一定要闰月或跳过某个月份，如果众人无法明确指出当下是什么月份，就比较容易进行调整。艾文尼指出：“这些人常四处游牧，计时变成互动的过程，人与人之间的对话要根据社会规则，所以最好能接纳彼此的分歧意见。”

对“星期”有类似想法的乌美达人不在非洲，他们来自新几内亚中部。人类学家盖尔发现，乌美达人并不关注现在是几月，他们也不知道一年有几个月。一年的季节很粗略地分成雨季和干季。乌美达人没有每周的市集，也没有休息的日子。然而，盖尔解释说，乌美达人的确会数日子：他们画出和“今

破坏规则”。卢奥人相信，如果不遵守规则，就会扰乱自然顺序，导致作物歉收或死亡。

来自肯亚的哲学家和人类学家姆比蒂在其著作《非洲的信仰与哲学》中提到，很多非洲文化都会展望“久远的过去和现在，但几乎没有未来”。在他研究的东非语言中，有很多“没有具体的字词或表达方式来传达遥远未来的概念”^{*}。很多部落只在乎现在和过去发生的事，因为这些事情有“真实感”，姆比蒂说，他们不考虑未来的时间，因为还没发生的事无法组成时间。“因此实际的时间就是现在和过去。时间向‘后’移动，而不是向‘前’，大家不会想未来的事情，但比较在乎已经发生的事”。

美洲原住民：时间的阴影

西方人有时间观念，但在某些文化中这种观念却似乎不存在。美洲和澳洲的不少原住民文化，以及非洲和太平洋群岛的一些社群，都没有一个词能够代表“时间”。普里查德来自加拿大东部的密克马克族，他花了很多年的时间观察部落中的长者。有些规律性的活动在我们心目中跟时间流逝有关，密克马克人也察觉到了：他们的语言里有日夜、日出、日落、青少年、成年和老年，但却没有一个代表时间的词，他把观察结果写成一本标题很恰当的书，叫做《说不出的时间》。他写道：“除了时间体现的自然事物外，时间的概念不存在。”

^{*} 有些人不赞同姆比蒂的看法。阿佑艾德就是一例，他说姆比蒂的看法“对优鲁巴来说就不完全成立，他们对未来的看法甚至超越了今生的重点，延伸到来世”，另外他也补充，优鲁巴人以农耕为生，常需要规划收成和贮存食物。

美洲原住民对时间或许有不同的观念，但最引人注目的是美国西南部的霍皮族。早期的民族志学者假设霍皮人不怎么重视时间，拿这点大作文章。20世纪30年代，美国的语言学家沃尔夫研究过霍皮人语言和文化的各个层面后作出结论，霍皮人“没有字词、文法型式、结构或表达方式，牵涉时间或任何相关的层面”。

相反，沃尔夫认为，霍皮人把存在分成两大类，一类处理实质的物品和感官察觉到的东西，另一类涵盖心理和灵性。我们称为“过去”和“现在”的属于他们的第一类，未来则属于后者。霍皮人的动词非常丰富，但沃尔夫宣称他们的语言没有时态。最近的研究相当质疑他的诠释。举例来说，盖尔就认为霍皮人使用的情态（表明说话者对他人主张的态度）和欧洲语言的时态作用一样。霍皮人似乎也常用空间比喻传达跟时间有关的事实。他的结论是：“霍皮语并非是一种没有时间也没有时态的语言。”

看来沃尔夫认为霍皮人的生活中没有时间观念，但历史学家惠特罗认为这么说就单纯得太过分了。惠特罗提醒我们，霍皮人“已经根据天文学方面的知识，成功编写出农业和丧葬的历法，也算相当准确，特殊节庆很少差到两天以上”。的确，霍皮族和邻近的苏尼族都是观测太阳的专家，利用“地平线历法”追踪每一季日出的时间，要知道何时下种和收成，季节非常重要。

背对着未来

当政治人物在伊拉克提到“前方的路”，我们知道他们

澳洲：“美梦时间”

最难理解的时间概念有可能是澳洲原住民的“美梦时间”，这个黄金时代一下子就成为久远的历史，而且永远存在。活在古代的人物并未消失，反而以当代人的形体继续活下去。要维持社会秩序，就必须用仪式重现活在“美梦时间”的人物和动物，也要把他们的故事一代一代传下去。若能和古老的过去维持联系，就能拥有生命*。人类学家莫菲指出，西方人注重“进度”和“目的”，“原住民对于时间的概念基本上与目的无关。或者应该说目的就在不受时间影响的永恒美梦中”。

社会学家唐纳森发现在“美梦时间”中，“时间、地点和人物合而为一。你知道自己在哪里，身旁有什么人，就能知道现在的时间”。唐纳森指出，社会上没有表示时间的词汇，并不代表群众就不会计时。“一天的时间分成破晓、日出、早晨、中午、下午、傍晚、日落、晚上和深夜。睡眠的时间、月相和季节都可以代表时间，也可以用来计时。”看来对时间的看法就跟地球上的文化一样不胜枚举。然而，虽然彼此看起来南辕北辙，很有可能相似之处仍超过差异之处。正如盖尔说的：“在梦境中，别人体验时间的方法跟我们完全不一样，这

* 对西方的世俗生活来说，这个想法似乎无法兼容，但或许在某种程度上符合西方的神学。比方说行圣餐仪式时，基督徒就在重现“主的晚餐”（耶稣基督和使徒的最后晚餐）。一位学者说这种“基督教的崇拜方法，有效重现了公元29年在耶路撒冷城外发生的事件，并使之透过仪式变得永垂不朽，信徒在行礼时就能天天重现历史。的确，仪式的整个过程会让空间和时间已经固定的行动成为永恒的现在”。

何开始的问题也十分令人烦恼，他们对此也有不同的态度。大家都知道柏拉图相信一群理想的数学公式。正如他在《蒂迈欧篇》中的描述，当那些数学准则找到有形的化身后，真实的世界才能存在。我们也可以想象，亚里士多德对此的看法当然完全不同。他觉得柏拉图的描述暗指世界是在过去的某一个特殊时刻变成真实的。在亚里士多德看来，这个想法一定会引起矛盾。难道柏拉图认为时间本身是不知怎地在时间中制造出来的吗*？这个论点至少可说是很棘手。亚里士多德的论点是，当某人说到时间的源头时，马上就可以问，在那之前呢？亚里士多德宁可把世界当成永恒不变的，过去没有开始，未来也没有结束。

同时也有其他人的看法类似东方的宗教，他们觉得时间会不断循环。所谓的斯多噶学派运动源自公元前3世纪的雅典，由来自埃利亚的哲学家芝诺领导。斯多噶学派相信“大周期”（或“大年”），夜空中行星的位置也扮演重要的角色。当行星回到同样的相对位置，宇宙历史就会重新开始（斯多噶学派可能从巴比伦人身上学到这个想法）。第四世纪时，伊梅沙的主教尼梅修斯在评论这个观念时提出主张：“苏格拉底和柏拉图以及所有人都会重生，交同样的朋友，周围有同样的市民。他们会再度经历同样的体验和活动。所有的城市、村庄和田地都会恢复原样，就跟从前一样。宇宙的复苏不只重来一次，而会不断重复，永远没有尽头。”

后来的希腊人对永恒周期的想法深信不疑。在公元6世纪，

* 其他人则诠释说，柏拉图对时间起源的看法事实上跟亚里士多德很像。《蒂迈欧篇》里面的这段话可供参考：“那么，时间和天国同时创造出来，也在同一秒出现，因此，如果会出现崩溃，可能也会同时崩溃。”

枪枝、细菌和CCT

线性时间出现后，大家愈来愈希望能有更准确的时钟和历书来切割和测量时间，我们在前几章已经讨论过了。时钟和历书的发展成为现代科学和工业的基础，此外不论如何，都会导向今日科技世界的急促步调。西方文化似乎也把这种高速生活风格出口到世界各地，但是西方人却感觉不到自己散发出的影响。西方文化有很多有名的出口物，例如英文、自由民主和摇滚乐（其他的例子还有很多），但事实上，使用时钟和历法（尤其是格里历）来看时间，或许影响更为深远。人类学家柏斯提尔把“时钟和历书上的时间”简化成英文前缀缩写CCT，他认为这“才是西方最成功的出口物”。根据他的说法，“从未听说有人能够成功抗拒”。*

CCT有很多呈现出来的方法，通常连实体的时钟或历书都用不到。有好几位人类学家发现，电视就有报时的功能。像世界杯足球赛这种全世界几乎都会转播的节目就能联合各国的居民，一起做共同活动（即使并非主动的），要看世界杯，就要遵守时间：比赛按照CCT转播，太晚开电视的观众就看不到开球。有一项研究的主题是20世纪70年代也门偏远地区的居民拥有电视后的情况。人类学家阿德拉指出，电视出现后，“立

* 柏斯提尔说过：“‘时间错误’（故意毁坏时钟和其他与时间有关的手工艺品）这个词不在我的字典上。”然而，小说中出现过这个词：康拉德1907年出版的《特务》中，有一段情节是叛乱分子计划要炸毁格林威治天文台。（这个词也出现在Urban Dictionary网站中，不过意思不太一样：“发现实际的时间或日期与你所认为的具有极大差异时，而暂时出现疲惫烦躁的心理状态。”）

刻影响社会生活”。电视“改变了每天的工作和休息模式，因为大多数人会看电视看到晚上十一点发电机关闭，因此比较晚睡”，结果很多人第二天早上起不来。

日本的情况特别有意思，除了欣然接受CCT，还进展成为地球上步调最快的国家。（正如社会学家西本郁子指出的：“在其他国家被迫西化时，日本却选择西化。”）19世纪末，日本工业化程度愈来愈高时，变化就开始了。在1873年的教科书中，学童要学习读出时钟上的时间。就连语言也受到影响：新词jikan（“时间”或“小时”）出现了，取代toki（用来指日本传统阴历上的时间），日本人也开始提到分（fun）和秒（byo）。不能缅怀过去。到了现在的日本，如果火车入站的时间比预定的晚了一分钟，就算“迟到”。同样的准则在英国是十分钟，在法国是十四分钟，在意大利则是十五分钟。为了准时，还有可能闹出人命：2005年，日本国铁列车为了弥补九十秒的延误而出了意外，造成107人死亡。《纽约时报》的报道说：“在其他国家，晚了九十秒的火车或许还算准时呢。”

生活的步调

西方的时钟和历法愈来愈普及，但不同文化的生活步调仍相去甚远，曾经到其他国家旅行的人应该就会注意到这种情况。人类学家博斯写了一本叫做《永远活在千里达时间》（1999年出版），标题只是引用岛上常听到的说法。在巴西，迟到一小时没什么大不了的，但在纽约、法兰克福或东京，迟到十分钟就要提出解释。

加州大学弗列斯诺分校的社会心理学家莱文所做的研究

第五章

记忆的持久度

跨越时间的桥梁

记忆的缺点也是其优点，记忆构成跨越时间的桥梁，让我们的心智和实际的世界联结在一起。

——沙克特

想得愈多，忘得愈快……

——博格斯

头颅里那块一公斤多的柔软灰色物质怎么能察觉到时间在流动？三百多年前，和牛顿同时代的英国科学家虎克就反复思索过这个问题：

我想问我们是用哪一种官能察觉到时间，因为来自五官的信息都只留存在一瞬间——仅在物体于我们心中留下印象时的那段短暂时间内。我们仍缺乏能

建时钟”的东西，也就是某种帮助大脑记录时间的机制。但现在他们却开始怀疑大脑内并无特殊的结构能够发挥時計的作用*。我们对时间的意识似乎分布到很多不同的大脑区域中，每一个区域都有各自记录时间距离和顺序的方法。在加州大学洛杉矶分校脑部研究中心工作的博南诺说：“很多复杂的人类行为，例如了解语言、练习接球和演奏音乐，都要依赖大脑能够正确报时的能力。但没有人知道大脑是怎么做到的。”另外两位杰出的心理学家萨登朵夫和柯贝利斯也有同样的审慎评估：

“我们仍不清楚内建时钟、顺序代码或其他过程如何让成年人建立时间维度的概念。”等一下我马上会再提到这两位心理学家的研究成果。

要研究脑内的时间，还会有个问题：这不仅是一门相对来说很新的学问，其研究内容更横跨许多学科，很多专精领域之间的界线因此变得更不明显。这些学科包括电生理学（研究细胞和活组织与电流有关的特质）和心理物理学（研究物理刺激以及人类接受刺激后的主观体验之间的关系），脑部造影和运算模型方面的技术也很重要。神经生物学家伊格曼说过，这些新领域逐渐“描绘出脑部如何处理、学习和感知时间的方式”。

一些包罗万象的问题激发了最新的研究：随着时间的推移，我们的大脑如何编 / 译流入的信息？来自不同脑部区域的信号如何在短短的时间内彼此协调？我们对时间长度的感知如何反映外在的世界？有哪些因素会影响我们对时间的判断？伊

* 然而，有些特定的区域要负责调节昼夜节律。最重要的区域叫做“视交叉上核”，在靠近大脑底部的地方。在实验中，取出老鼠的视交叉上核后，它们的昼夜节律就减弱了。

少细节。心理学家称之为“情节记忆”，这个说法是加拿大的神经科学家图尔文于20世纪70年代早期发明的。那你能换个方向看穿时间吗？是否能够想象未来你要参加的活动，比方说明天去杂货店，明年冬天去温暖的地方度假？

结果证明我们能够穿越时间投射心里的想法，在脑海中叫出和过去有关的影像，或我们想象未来会发生的事情。（小说家常操弄这个想法：例如伍尔夫的《黛洛维夫人》，虽然故事情节只延续了一天，但在主角的心里却发展成好几十年。）人类的这种投射能力其实很强，我们可以在脑海中回溯很久以前的事。你可以想象在出生前发生过的事（不过这有点难度），还有等你死后很久才会发生的事。

心理学家和认知科学家把这种卓越的能力称为心智的时光旅行*。很粗略地说，就是结合情节记忆和预料未来事件的能力。没有这种能力，人类就不能规划和发展，也不会有文化。失去了想象出来的未来蓝图后，文明也会跟着消失。人类毫无疑问拥有优秀的心智时光旅行能力，但我们还希望能有更深入的了解。其他的动物也有这种能力吗？如果没有，在人类的演化过程中，这种能力在什么时候出现？有原因吗？出现在我们成长过程的哪一点呢？我们从何得知想象时间流逝的方法以及时间的本质？

现年八十多岁的图尔文已经从多伦多大学退休，但仍在多伦多北边的罗特曼研究院积极编制研究方案。他的主题就是记

* 我们会在第八章讨论有形的时光旅行，这两者不可混淆。顺便要提一下的是，当我们的**心智进入另一个时间时，通常也会进入另一个空间。如果你小时候住在其他地方，回忆起成长过程时，除了穿越时间，心智也会跨过空间。然而，科学文献都没有提过“空间旅行”的术语。

在车祸发生前他就学会了，这些技能利用第三种记忆系统，叫做“程序记忆”。他在家的附近散步时不会迷路，他的语意记忆和使用语言的能力都没有受到影响，但他的自传式记忆（知道自己是谁）消失了。他不记得过去和个人有关的事件，说不出来昨天做了什么，也说不出明天可能会做什么。想要回答这些问题时，他的心智很单纯地“变成一片空白”。某位心理学家说，K.C“完全扎根在当下，认知能力无法回到过去，也不能向前移动”。当然，他根本察觉不到自己的处境，这才是最讽刺的地方。沙克特说“当你受困在当下，就真的变成一具空壳、一块碎片”，在这样的处境中，“对个人的自我感觉有强烈的影响”。但在五级分制中，K.C觉得他的快乐程度是四。

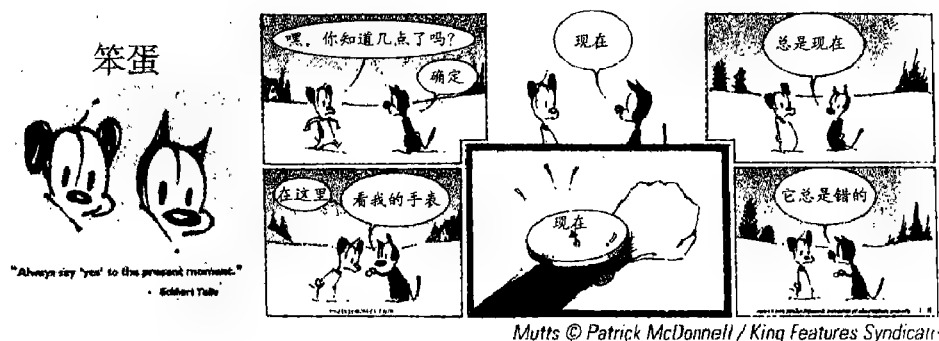
圣地亚哥有一个叫做E.P的人，症状和K.C几乎一模一样。十五年前的一场感染几乎毁掉了他的脑部颞叶，他忘了自己的过去，无法形成新的记忆。有一期《国家地理》杂志以E.P为封面故事的主角，作家福尔的描述非常动人：“没有记忆的E.P完全没有时间观念。他失去了连续的意识，发生过的事就像立即蒸发的水滴……被困在永恒的现在中，回想不起过去，盘算不了未来，他的生活定住了……他陷入终极的存在梦魇，完全看不见自己所在的实境。”不过他女儿说E.P“一向都很快乐，非常快乐，我想这是因为他的生活完全没有压力”。

我们都把记忆看得非常重要，但或许某种程度的遗忘也一样有价值。

灵长类的规划

只有人类才懂得心智时光旅行吗？过去几十年来，数名研究

人员认为，动物实际上只活在当下，没有回忆过去或想象未来的能力*。（举例来说，图尔文宣称：“记住过去的事件是非常独特的普遍经验，也是人类才有的。”）近来有关大猿、某些鸟类和其他动物的研究动摇了这个看法，但结论依然充满争议。



在有关动物认知能力的研究中，最知名的就是大猿使用语言的方法。然而，萨登朵夫和柯贝利斯认为，灵长类动物的沟通内容却未显示出它们记得过去的事件。比方说，有只黑猩猩叫潘奇，能表达食物藏在哪里（它懂得引导人类去藏食物的地方），但这“并不证明它记得藏食物的动作，就像你知道车钥匙在何处，可是不记得你把钥匙放在那里的这个过程”。萨登朵夫和柯贝利斯的文章中是这么写的。他们相信，经过训练的灵长类“产生的‘语言’并不包括在记忆中来回移动的描述，也无法提供心智时光旅行的证据。到目前为止，它们的语言不包含时态，也无法证明它们会诉说有关过去的活动或预料到的情节”。

* 有很多动物看来都会根据季节因应环境的变化：松鼠把坚果埋起来，熊类冬眠，候鸟迁徙。然而，此类活动一般都认为出自本能（无法“舍弃”），并非心智时光旅行的范例。

点把灌丛鸦的能力称为“情节记忆”，但后来却改口说是“类似情节”的记忆，这点让他很高兴。

心智时光旅行的演进

就算心智时光旅行的能力仅属于人类，很有可能具备这种能力的前辈除了早期的人科动物外，人类和大猿共同的祖先也有这种能力*。人类和灵长类动物都是高度社会化的生物，有可能在记录群体成员的动向时（比方说要预知同伴接下来会做什么），也能顺便磨练跨越时空追踪物体所需的技能。在这种情况下，萨登朵夫和柯贝利斯就放弃坚持了，今日的大猿或许也有心智时光旅行的征兆。另一方面，发展成熟的心智时光旅行可能最近才成形。举例来说，图尔文推算或许在五万年前智人发展成熟后，这种能力才出现。

心智时光旅行的能力很有可能并不是独立发展的，而需要伴随其他重要的认知能力。萨登朵夫和柯贝利斯的文章写道：

“遥想未来的事件需要某种想象力，心智中必须有某种具象空间分配给想象力。”语言的作用可能也很重要。我们的语言能力包含时态和递归思考的用法，彻底支持心智时光旅行。当我们说“再过一年他就退休了”时，就是想象在未来的事件点，某件现在还没发生的事也会变成过去式。萨登朵夫和柯贝利斯指出，这句的原文用未来完成式，只是英文三十多个时态中的某一个，“且反映语言和心智时光旅行的密切关系”。（很有趣的是，心智时光旅行虽然扎根在脑部构造中，但不同文化之

* 最后的黑猩猩属和我们人属的共同祖先，应该存活在五六百万年前。

如果这里讨论的事件目击者很多，比方说一场很有名的电影，我们通常会发展出集体的记忆突变。很多人都以为在《北非谍影》中，鲍嘉饰演的瑞克有一句台词是“山姆，再弹一次”，其实不然。（瑞克是说“你都弹给她听了，当然也可以弹给我听”，然后说“如果她受不了，我没问题！弹吧！”）电影《碧血金沙》中也有一句几乎同样有名的台词常造成扰乱。阿方索·贝多亚饰演的强盗头子从没说过“识别证？识别你个大头证！”（实际的台词是：“我们不需要识别证，我不用给你看什么狗屁识别证。”）身为科学记者，我最喜欢想起萨根在迷你电视剧集《宇宙》中常说的“数十亿又数十亿”，很有可能这就是他的口头禅。事实上，他发誓他从没说过这几个字。但卡森常在“今夜秀”以戏谑方式模萨根，他就常说“数十亿又数十亿”。

我们很容易产生错误记忆，不过这也有好处，可以帮我们记住要点，但还是会让人有些忧心，实验人员列出的词和记错的电影台词只是起头。科学家发现，不管是不是有心，要在受试者脑海中注入精心计划的错误记忆其实不难。在一项广为人知的研究中，加州大学尔湾分校的洛夫特斯和同事告诉受试者他们小时候曾在购物中心里走丢了，居然有将近三分之一的人被说服（在实验前他们和受试者的近亲面谈过，这些介于十八岁到五十三岁的实验对象，事实上并没有走失的经历）。更具争议性的错误记忆范例，则是和受虐或性侵有关的记忆——那些本来“被压抑”但后来在治疗师的帮助下重新想起来的经验，通常会透过催眠、“引导想象”或其他很容易引发争议的做法来治疗。

瞬间记忆

还有另外一种一直都很引人注目的记忆，最近心理学家才开始仔细研究。如果我问你2001年9月9号或10号你在做什么，大概很难想起来。但很有可能你清清楚楚记得那年9月11日早上自己人在哪里、当时在做什么。和强烈创伤或重大事件（尤其是震惊全国的事件）有关的记忆叫做“镁光灯记忆”。这个名词由两位哈佛大学的教授布朗和库利克发明，他们在20世纪60和20世纪70年代研究人类对动荡混乱的回忆。这个术语一看就明白意思：记忆深刻到就像照片般铭刻在脑海中。对老一辈的人来说，肯尼迪总统遭到刺杀的记忆就深刻到这种程度。更近代的事件则有1986年挑战者号航天飞机爆炸、1995年涉嫌杀妻的辛普森被判无罪、1997年英国的黛安娜王妃死于车祸，2001年恐怖分子攻击世贸中心当然也算。布朗和库利克相信这些记忆留存在大脑中的方法基本上和普通的记忆不一样，一定涉及他们称为“立可印”的特殊大脑机制，借此把我们得知消息的那个事件点冻结住了。

由于“911”恐怖攻击震惊全球，在研究此类造成严重创伤的公共事件时，自然很容易被选为案例。我们现在都用事件发生的日期“911”来指称，表示日期本身已经在我们的集体记忆中留下永久的刻痕*。

纽约大学的心理学家菲尔普斯最近做了一项研究，仔细调

* “911”事件过了五年后，《华盛顿邮报》在2006年做了调查，却发现30%的美国人说不出攻击事件发生在哪一年，实在难以置信（但95%的人能说出月份和日期）。

国，却又笨到说溜了嘴吗？还不只一次。”

事实上，格林伯格说如果我们能“考虑到人类记忆力的缺陷”，还是一个很温和的解释的。问题在于接下来的日子里，“911”事件震撼人心的影像一直出现在我们眼前（可说是灾难事件的冠军）。最后这些图片可能也影响到我们对原始事件的记忆。（1992年，以色列航空的货机在荷兰阿姆斯特丹失事，在后来荷兰人做的一份研究中，被问到的人里面有60%说他们在电视上看到了失事那一刻的镜头，可是从来没有人拍到当时的画面。）我们也觉得电视就是新闻的来源，但事实上我们是从其他地方得到消息的，比如说和别人对话或有人打电话来通知你（心理学家说的“来源失忆”就可以拿这个现象当例子）。此外，心理学家也发现我们很容易把不同时间的回忆结合在一起，无意间以事件发生前后的真实记忆为依据，创造出不正确的回忆（有时也叫做“不正确的时间片段”错误）。

小布什对“911”的记忆变化无常，格林伯格的结论是：“总统先生就像大多数美国人一样，在接下来的几个月内想必看了无数的片段，包括第一次失事的镜头。然后，当小布什想起第一次怎么听到攻击消息时，他就跟其他人一样，从错误的时间片段撷取信息，回想起生动且难忘的影像，而非罗夫平淡无奇的陈述。”要注意的是，即使小布什自己的回忆变化多端，有一项元素几乎保持不变：他的幕僚长卡德在他耳边轻声告知第二次失事的消息。接下来的几个星期内，捕捉到那一刻的照片频频出现在各大报刊上，应该不是巧合了。

第六章

牛顿的时间

牛顿、莱布尼兹和时间之箭

自然与自然定律，在黑夜里隐藏。

上帝说，让牛顿来，于是，一切化
为光。

——蒲伯

在牛顿的巨作《自然哲学的数学原理》（以下简称《原理》）中，同事英国天文学家哈雷帮忙写序，他在序中说：“和我一起颂扬牛顿吧，他打开了宝箱，揭发隐藏的真相，”哈雷的口气非常激昂，“再没有其他人能像他这么超凡入圣。”他的称赞绝非言过其实：牛顿（1642~1727年）在《原理》中详述的数学架构，成为物理学两百多年来的基础*。

* 我的第一本书《T恤上的宇宙》第三章中，简要叙述了牛顿的生平和著作，也提到科学革命的概要。

但《原理》曾经几乎失去了见天日的机会。年轻时的牛顿在别人口中是名“持重、沉默、好思考的小伙子”，很少与人往来。他待在剑桥的房间里，就着烛光草草写下伟大的想法。鼠疫爆发时，剑桥暂时停课，他避居到家族在林肯郡乌尔索普的乡间别墅，享受离群索居的感觉。这段隐居的日子从1665年底开始，长达十八个月，有些人说这是牛顿的



牛顿主张“绝对、真实且精确的时间……会稳定地流动”。他认为眼前发生的事件以绝对的空间和时间作为固定的背景。

“奇迹年”。后来回忆起这段时间时，他说：“那是我从事发明的全盛时期，也是我花最多心思研究数学和哲学的时候。”在1667年，鼠疫逐渐退散，牛顿回到剑桥，最重要的想法已经在脑海中成形。他用三大运动定律囊括伽利略的动力学，为其建立数学基础；他制定现代所谓“微积分”的规则，能够计算极小的量；他开始研究光线和色彩，并发挥惊人的想象力，用从树上掉下来的苹果和转动的行星或月球，来告诉我们这些现象都在响应同样的力量，用精确的万有引力定律阐述这个现象。那时，他才二十四岁。

通往《原理》的路

然而，牛顿并未大肆宣扬这些看法。欧洲各地有很多学究写信给他，通常他不会回信，“我拒读讨论数学和哲学问题的信

果一瞬间无法持续，时间“真的”存在吗？他问：“如果某样东西的某个部分根本不存在，这个东西怎么会存在呢？时间的元素完全不存在，只有好多个一瞬间，但一瞬间本身却不是时间的元素。”）



德国哲学家莱布尼兹反对牛顿的“绝对”时间和空间。相反，他提出“相对”的看法，只按物体的活动来测量时间。

牛顿知道莱布尼兹反对他的理论，但他从没想过用自己的理论证明上帝的荣耀。绝对空间和时间的想法的确深植于牛顿对无所不在永恒真神的信仰。我们可以从他的著作中看到，1713年第二版的《原理》后面加了《总附注》，在这短短的附录中就能清楚看到其中的关系*：

永恒、无限、全能、全知的真神，经历无穷尽的永恒，永不消失……祂不是永恒和无限的化身，但祂永垂不朽。祂不是时间和空间的化身，却坚忍不拔、无所不在，永久存在与遍及各处的上帝构成了时间和空间。

科学历史学家斯诺贝伦在文章中写道：“能支配一切的上

* 牛顿的神学著作繁多，很多都没有出版，最近才成为学者探究的对象。从这些著作中可以看出牛顿对神学的狂热不逊于科学，甚至还要更强烈。虽然他是虔诚的基督徒，去世前已经搜集了三十本圣经，但他的宗教观点十分离经叛道。他反对三位一体的说法，觉得其中蕴含了多神论。在牛顿的时代，这也是一项罪名；如果他还待在剑桥时就发表了他的看法，最轻的处罚就是被三一学院开除。

序到底是向前还是向后（只要动作够简单，扩大规模后的结果也一样：地球绕着太阳转的影片倒着看也没问题）。按照牛顿的定律，撞球的行为具有时间对称性。如果再加一颗球，两颗球的动作前转后转看起来都一样。现在的情况比较复杂，因为除了碰到橡皮垫，撞球有时会互相撞击。但跟前面讲的一样，影片向前或向后播放感觉都很合理。如果桌上有十颗球滚来滚去，只要它们随意地散落在桌上，仍看不出时间的“方向”。

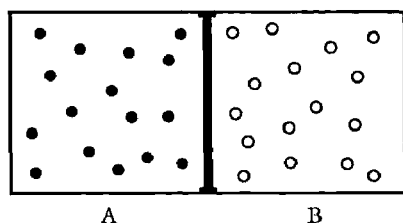
但假设现在我们用三角框把球排好，也就是按着某种顺序来排列。把白球放在定位上，瞄准，然后“破坏”小心排好的球。现在顺序就被弄乱了。可能还会有好几堆球，但当下一个人推杆时，排列的随意程度又增加了。物理学家用熵这个术语来量化系统中的失序量，所以我们可以说推杆次数增加后，熵也会跟着增加。

现在讨论的事件绝对不具备时间对称性。倒着播放的电影一看就可以归属到这一类。我们从经验中知道，随意放置的撞球不会自发地紧挨着整齐地排列成三角形，我们不会在自然界看到熵降低。

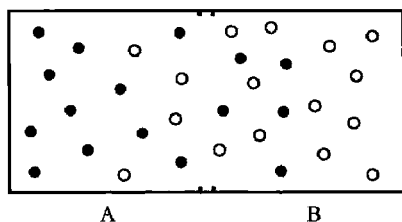
不论我们讨论的物体是肉眼可见的撞球还是只能用显微镜看见的气体分子，型态都很类似。假设我们有一个容器，中间用活门分成两格，一格装满了氮气，一格装满了氧气。打开活门后，会发生什么事？某些氮分子会立刻进入装了氧气的分格，氧气分子也会进氮气这一边。过了几分钟就会完全混合。分子仍会像刚才提过的撞球一样不停地来回弹跳，却永远无法恢复原状。第一格再也无法变成纯氮气，第二格也不能变回纯氧气。如果分子有颜色，或者把例子中的物质改成牛奶和咖啡，拍摄下来的影片就会显示混合的过程。但是这部影片只有一个走向：其中的两种元素无法“解除混合”。

这些例子背后的原则就是热力学第二定律。第二定律指出密闭系统中秩序失调的量（熵的量）永远无法减少，过了一段时间一定会增加，充其量只能保持原状*。

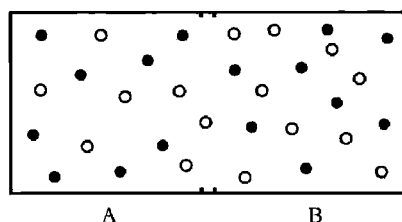
热力学第二定律



一、两个隔间中间有阻隔。（A）包含氮分子（黑色），另一边（B）则含有氧分子（白色）。



二、去除阻隔后，有些氮分子进入（B），有些氧分子则进入（A）。



三、两种分子很快就完全混合了。这个序列不能反转：两种气体永远无法“解除混合”。这种受到热力学第二定律引导的过程似乎就和“时间之箭”有关。

* “密闭系统”指系统不会受到外来的影响。事实上撞球桌不算密闭系统，因为所有参与的人都会一直打白球，先把球排好后再开始打，导致熵降低。要更生动地描绘热力学第二定律如何发挥作用，我们可以想象第一次打了白球后就立刻隔离撞球桌。如果撞球桌没有摩擦力，也没有球袋，熵就会随着时间逐渐增加，直到所有的球随意散落在桌上。

点是这样的：我们能设想到的东西必然永远存在。能谈论或能想到的东西，“没有创造也没有毁灭，是完整的、独特的、坚定的、完美的”。巴门尼德认为这种推理的方法排除了变化：存在的东西就这么存在，变化一定是一种错觉。

柏拉图的作品也响应这个想法，人类的认知几乎都是幻觉。然而，柏拉图并非纯粹放弃我们不完美的感知，他努力找出人类感知和周围世界更深层的真相有什么关系。柏拉图认为我们不能把时间当成幻觉来抵制，他的目标是要把时间融合到他对于宇宙的看法里，也就是我们在第四章简短讨论过的宇宙论。

前面也讨论过亚里士多德，他相信时间需要变化，过了两千年，莱布尼兹又提出同样的看法。“现在”的概念也让亚里士多德很头痛。他把时间流动看成一连串的“现在”（连续不断的一瞬间），但是他不认为时间由很多一瞬间组成。就像一条线不可能由点组成，他相信时间也不可能由“现在”组成。（他的推论是，不管两个点有多靠近，永远不可能黏在一起，中间一定可以插入另一个点。）但亚里士多德似乎无法解释这些“现在”的实际情况：是静态的吗？某一个瞬间是否跟其他的瞬间非常类似？还是“现在”以某种方式流过时间，或和时间一起流动？看似不断流动的时间带来的问题，就连最谨慎的思想家都无法解开。

未来“真的存在”？

过去和未来的分别也让亚里士多德十分苦恼。未来“真的存在”吗？未来似乎比现在或过去更加虚无。未来给人不确定

的感觉，未来的事件不像现在或过去的事件可以有那么肯定的描述。未来就像海市蜃楼，过去就像刻在石头上；现在就在眼前，而未来却像迷雾，充满无限的可能性。亚里士多德会很谨慎地思考“明天会有一场海战”之类的描述。此类陈述的真相似乎不怎么明确，要看众位将军是否真会选择第二天开战。根据他的推论，未来事件的陈述无所谓真假。某个论点成真的可能性或许比另一个论点大，但我们无法提供论点的确定性。在亚里士多德心中，未来可能会成真，但不确定。

基督教神学采纳了不少亚里士多德世界观的看法，不过也按自身的需要做了修改。圣奥古斯丁在祷告文《忏悔录》中诉说他同时对抗哲学和探索灵性，探索的过程引领他改信基督教。圣奥古斯丁思索过犹太教和基督教的创世理论，接下来他立刻发觉，与时间和永恒相关的艰难问题倾巢而出。上帝“选了一个时间”创造世界？那之前祂在做什么？我们刚才也已经看到，一千三百多年后，同样的难题困住了莱布尼兹，圣奥古斯丁则提出相同的结论：他推论上帝在创造宇宙的同时，一定也创造了时间。

圣奥古斯丁接着继续揣摩过去、现在和未来之间的分别，时间明显的“流动”令他百思不得其解。最后圣奥古斯丁似乎认为“现在”的地位非常特别，不知道为什么就比过去或未来来得真实。他的确主张过去和未来就某种程度而言是“现在”的一部分，因为“现在”包含我们过去的回忆以及对未来的期待。有人把这种立场发扬光大，摒弃过去和未来，也就是所谓的现在主义。不论我们如何诠释圣奥古斯丁的推理方式，他提出的时间和人类意识之间的关联，是一种很深奥的概念，之前谈到笛卡儿时我们也简略说明过，后面也会继续提到这个概念。

两种时间

仔细思索过时间的人就会注意到我们提到时间时，有两种截然不同的方式。提到已经发生的事情、当下发生的事和可能会发生的事，我们会在脑海中以目前体验的时刻为基准，描绘出这些事件。我们用“过去”和“未来”两个词描述这些事件跟当下的关联，用来描述某个特殊行为的动词则按需要加上适当的“时态”：“我煮了意大利面”、“我正在吃晚餐”、“我会去洗碗”。这三句陈述彼此相关，在我吃完饭后，“我正在吃晚餐”就失去了真实性。这句话描述和“现在”有关的事件，而“现在”则不停地转移。

但是当我们像伽利略和牛顿一样，把时间想象成一条线时，用的方法就变了。我们会在不同的事件加上标签，标明在时间在线发生的位置。这个看法比较静态，从这种论点描述事件时，我们说话的方式也会改变。（事实上，用“静态”来形容有点误导读者了，会给人某种后设时间潜伏在背景中的感觉。但我们应该想象一系列不受时间影响的事件。）当我们说“独立宣言于1776年7月4日签署”时，我们不需要指出相对于现在，这件事发生在过去；当我们说“2017年会有日食”时，我们同样不需要指出以现在为基准，这是未来会发生的事。这一类的事件似乎恒久不变。

英国哲学家麦克塔加特（1866~1925年）在1908年发表了影响深远的论文《时间的不真实性》，详加说明这个定义。他把这两种思考时间的方法称为“A系列”和“B系列”。A系列就是根据过去、现在和未来的时间概念，我们已经司空见惯，

义相对论)作为论文题目,1968年从德国科隆大学取得博士学位。接下来就独立从事理论物理学的研究,不属于任何学术机构,同时也靠翻译俄国的科学期刊赚取收入。在著作《时间的尽头:物理学的下一场革命》(1999年出版),巴伯指出时间(以及动作和变化)只是幻觉。

巴伯的论点应和巴门尼德和麦克塔加特,但他占有前辈缺乏的强大优势:熟悉现代物理学,彻底研究过广义相对论和量子理论(我们会在下一章更详细地讨论这两种理论)。

我到巴伯家拜访,他家在牛津郡北边充满田园风味的南纽英顿,一栋盖了茅草屋顶的农舍,已经有350年的历史。他招待我在花园里坐下,我们啜饮热茶,开始聊起时间和空间、动作和变化、马赫和闵可夫斯基。他给我的印象是糅和了专才的英国的乡绅。

时值春末,按英国的标准来说阳光还算灿烂,空气中满是紫藤的香气。巴伯家隔壁是一座1150年建造的诺曼教堂,他也是

是管理人,所以有一副钥匙。他常陪同访客穿过礼拜堂,带他们参观无数的珍宝,其中有一幅14世纪的壁画,描绘1170年英王亨利二世派人谋杀坎特伯雷大主教贝克特的情景。(巴伯向我保证,大多数来到这里的访客都是为了参观历史悠久的教堂,而不是来讨论时间的概念。)若非头上有飞机飞过,我会以为还在伊丽莎白



独立物理学家巴伯

第七章

爱因斯坦的时间

太空时间、相对论和量子理论

相对论教我们把更多心思放在时间上。

物理学家伦德勒，他发明了“事件视界”这个术语。

我看到过去、现在和未来同时出现在眼前。

——诗人布莱克

坐落在瑞士西边、群山环绕的波恩似乎过了一个世纪仍没什么变化。大街上仍有街车迂回来往，老城狭窄的街道旁满是拱廊。每隔几个街口，路中间就会出现五颜六色的喷泉，很多喷泉的年份都可以追溯到16世纪。爬上伯恩大教堂的哥德式尖塔后（名列瑞士境内最高的几个景点），游客就能看到宽广的景色：铺了红色瓦片的屋顶、教堂的尖顶和阿勒河翻腾的蓝

的 c 值大约是每秒三十万公里)。光线是一种用固定速度前进的波，这个概念引发了两个令人烦恼的问题：第一，光以速度 c 前进的相对基准是什么？光的速度会跟着测量方法变化吗？你自己的速度和发光物体的速度，一定也会影响你测量出来的值。麦克斯韦的等式是否仅适用于和光波有关的特定参考系？

第二，光波究竟如何从某处传播到另一处？根据目前科学家对波的了解，他们知道波需要某种媒介才能移动（比方说声波需要空气，海洋中的波需要水）。但光波可以穿过真空从太阳传送到地球，用的是哪一种媒介呢？

在麦克斯韦的时代，最合理的猜测就是光波在叫做“以太”的物质中振动。科学家相信以太弥漫在空间的每一处，应该就是能让光波传播的物质。（也有人说重力透过以太施加影响。牛顿从未清楚说明某个物体如何感受到另一个远方物体的重力，他的对手嘲弄他的重力理论，竟能不可思议地穿过空间。）

以太的说法一出，两个问题都解决了：光波有了传播媒介，也能定义麦克斯韦的电磁波会用到的参考系。但这个解答仍有点牵强。物理定律应该放诸四海皆准，不是吗？如果电磁波需要特定的参考系，似乎就违反了从伽利略时代定下来的最基本的原理。通常称为“相对论原理”（或“伽利略相对论”），指出世界上没有“特殊的”参考系：在测量“真实的”速度或距离或时间间隔时，所有的观测人员都具有同等的地位。事实上，伽利略讲过一个强调该重点的假想实验：想象你跟朋友被关在没有窗户的船舱里，而且船已经开动了，假设你旁边有蝴蝶跟鸟，跟装满鱼的水族箱，还有一个底部有洞、慢慢滴水的水桶。你手上有一颗球，可以跟朋友玩丢球。当船只停在港口中，动物会朝着四面八方移动，水桶里的水继续笔

直滴下，球在你跟朋友之间来回飞动。但如果船只以平稳的速度移动，你也会观察到一模一样的作用（这是伽利略很深奥的理解）。伽利略宣称：“所有的作用都不会出现任何变化，你也不能辨别船只只是静止还是在行进。”^{*}的确，伽利略证实了“移动”和“静止”等说法都只是标签，观察的人没有特权说自己正在静止状态（或以特定速度前进）。

但在麦克斯韦的电磁学里，看来的确有特殊的参考系属于神秘的光以太。如果光以太的特质可以用某种方法测量（或能侦测到就可以了），当然就有帮助。物理学家想要辨别出地球绕着太阳旋转时地球的动作透过光以太的影响。然而，最后到了1905年，还是没有人侦测得到光以太。

大多数科学家并不把这明显的难题放在心上。在19世纪80年代，赫兹用麦克斯韦的等式预料到无线电波的存在，后来马上找到充分的证据，在不到十年内，马可尼就忙着制作无线电发报机和接收机。但几位物理学家忧心忡忡，包括年轻的爱因斯坦在内，在这两种互相冲突的世界观里，他们看到自然的基本写照从一开始就有缺陷（这些难题也是法国数学家庞加莱和荷兰物理学家洛伦兹努力想要解答的目标）。

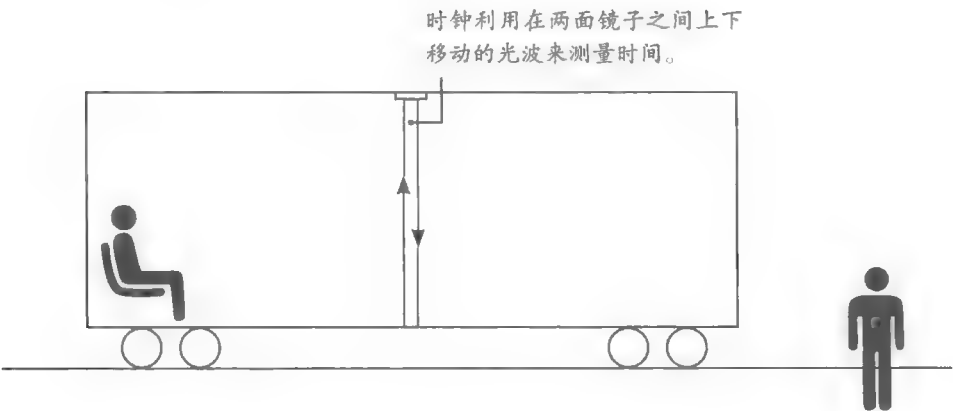
爱因斯坦天资聪颖，能在脑海中进行“假想实验”，用简单的意象让看起来相当抽象的问题呈现在眼前。十几岁的时候，他就苦思过听起来很简单的问题：如果你能追上光束，会是什么情况^{**}？牛顿和麦克斯韦提供的答案天差地远。在牛顿的

* 对现代人来说，飞在巡航高度的喷气式客机或许就是最生动的例子。只要机长避开乱流或急转弯，拉下窗板的乘客几乎感觉不到飞机的移动。

** 爱因斯坦在16岁时第一次想到“假想实验”，我们可以看出这个实验对他的思绪影响深远，他最后在1905年发表了狭义相对论的文章。

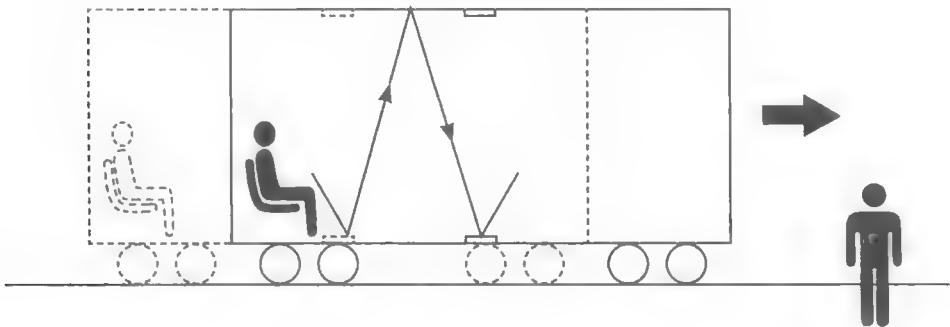
为什么时间是相对的

一、放在静止火车上的“光束”钟



在火车上的乘客和在地面上的人测量到每次脉冲之间的时间一样长。

二、以接近光速的速度移动的火车



在地面上的观测者现在看到光波留下对角线的轨迹。由于光波的速度保持不变，他测量到时钟循环之间的间隔变长，结果认为时钟“变慢了”。

• 他也看到火车（还有上面所有的东西）变短了，但只限于火车移动的方向。

他一直找不到学术界的工作，在专利局的工作又相当封闭，反而成为优势：既然不属于任何物理学机构，他也不必遵守学界先入为主的观念。换句话说，根本没有后顾之忧。哈佛的历史学家霍尔顿是最出名的爱因斯坦专家，他说：“他完全是个局外人。19世纪和20世纪初的物理学研究对于他没有利害关系……他放任自己的思绪四处游移。既然没有学术地位，就不怕造成危害，他有本钱冒险……和其他人相比，他的看法更加有力。”

物理学界（最后扩大到全世界）认为狭义相对论颠覆了其他的理论，但爱因斯坦却不这么认为。他的目的只是要用麦克斯韦的电磁理论解释更多的现象。一开始他把自己的想法叫做“不变量理论”，强调光速对每个人来说都一样，但时间和空间则是相对的。但庞加莱和伟大的德国物理学家普朗克则称之为相对论，这个名称也成为沿用至今的说法。

“现在”的问题

狭义相对论违反一般人心目中的时间观念，而快速移动的钟会走得比较慢只是其中的一环。我们也不得不重新思考“同时发生”的概念。如果两个事件在相同的时间发生，我们会说两件事同时发生。在牛顿的世界里，这个想法直截了当。但在爱因斯坦的宇宙中，就有问题了：我觉得同时发生的两件事在你心目中可能不是同时的，取决于我们相对于彼此的运动。这叫做“同时性的相对性”。

再假想眼前有一节车厢，配备了几样简单的工具：在车厢两头我们装了照相机的闪光灯和光电二极管，然后接上电线，

只要有光线打在光电二极管上，就会触发闪光灯。（我们可以想象车厢四周漆黑一片，除非有外来的光线，否则闪光灯不会起作用。）我们可以把左边的闪光灯叫做A，右边的叫做B。现在我站到车厢中间，也就是A和B的中点。手上则拿着第三个闪光灯装置。如果我发射闪光，会发生什么事？闪光灯的光线同时到达A和B，导致两支闪光灯一起亮起来。从我的观点来看，A和B触发的闪光同时发生。

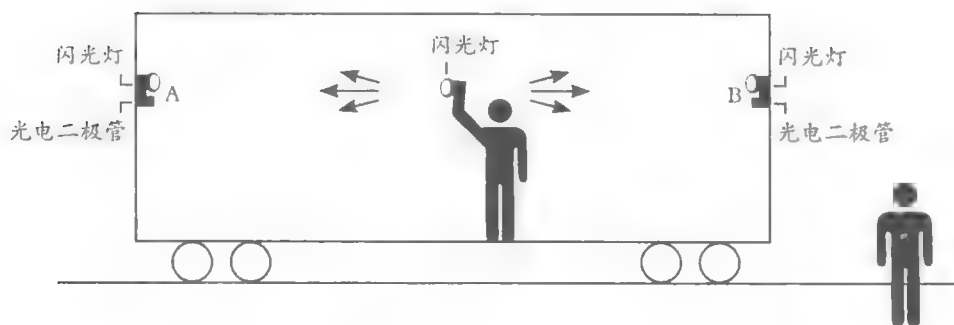
接下来想象车厢由左向右移动，速度接近光速。我站在车厢中间，发射闪光后看到A和B的闪光同时出现（这是爱因斯坦第一假设的规定，此假设很简单地指出，我也可以说我自己静止不动，而车站和月台则快速通过）。但站在月台上的观测者看到了什么？站在他的观察点，车厢后方（A）在“追逐”光束，而车厢前方（B）则离光束愈来愈远。从他的角度来看，光束要碰到A，走的距离比较近，要碰到B的话则要走比较远。根据爱因斯坦的第二假设，他会看到光束以一般的速度 c 前进；观测者可以得出结论，光束要碰到A来触发闪光所需的时间，会少于触发B点闪光的时间。换句话说，他会先看到A发出闪光，然后才会看到B的闪光，两件事不再同时发生。

根据狭义相对论，我们不能从绝对的角度宣布两件事同时发生，而只能说这两件事从特殊的参考系来看，似乎同时发生（物理学家格林称之为“在人类发现的实境本质中最深入的洞察”）。

还有更难的问题。当我们说“现在”发生了某件事，是什么意思？我们说“现在”的时候，其实在比较两件事：我可以弹一下手指，然后问大家是否有其他的事件和弹手指的动作同时发生。如果有的话，我会说那件事“现在”正在发生。在牛

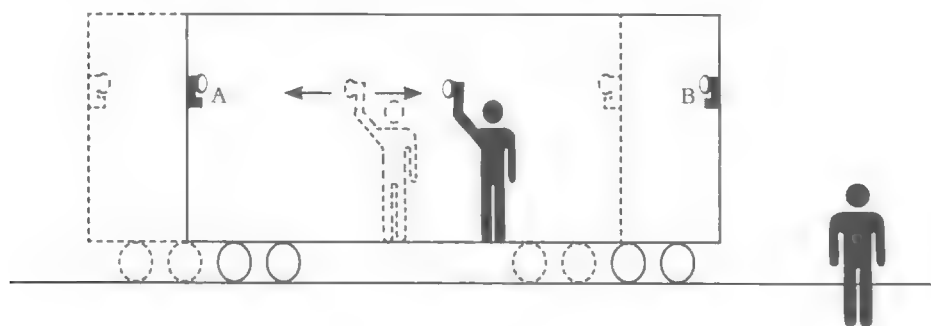
同时性的相对性

一、从静止车厢中间发出的闪光



对乘客和地面上的观测者来说，从车厢中间发出的闪光在同一时间到达车厢两端。光电二极管同时触发A和B点的闪光灯。

二、车厢以接近光速的速度前进时，从车厢中间发出闪光



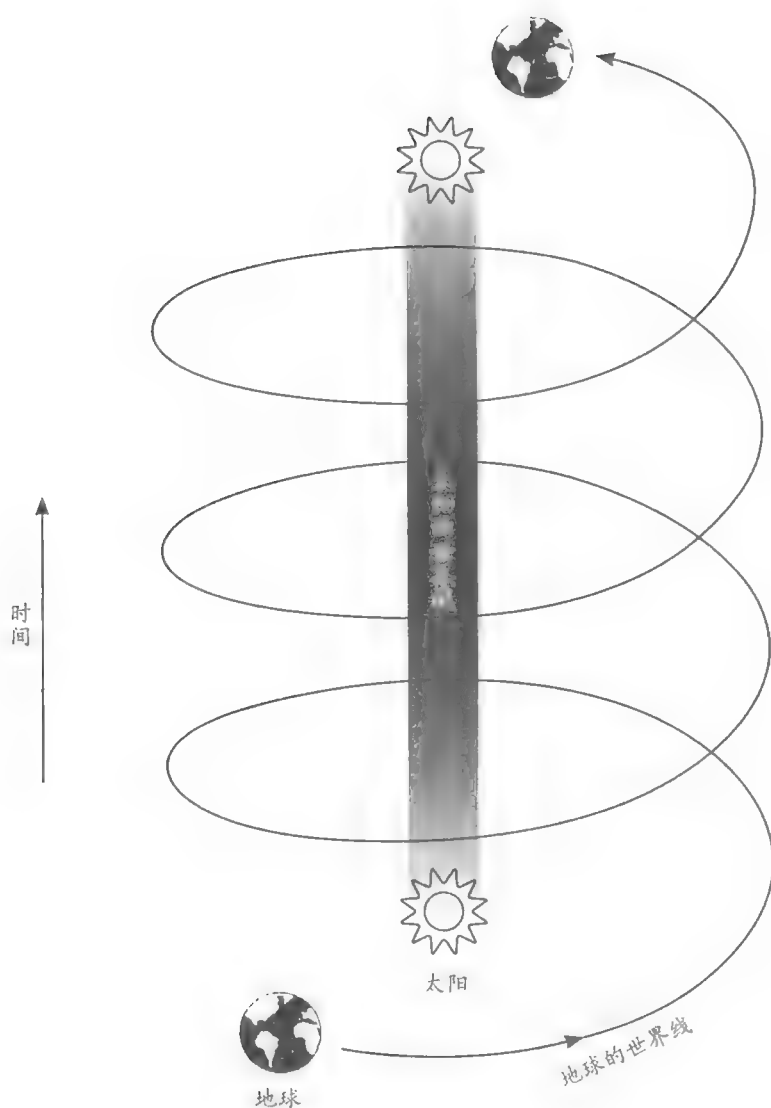
地面上的观测者会觉得发出的光束先碰到A，车厢后方似乎在“追赶”光束。他看到在A点的闪光灯被触发后，B的闪光灯才会触发。在A和B发生的事件对乘客而言仍同时发生，但站在月台上的观测者则觉得不是同时。

的维度。通过时空的物体轨迹称为其世界线。像地球和太阳等类似的系统则有了全新的观点。如果我们选择一个太阳在其中为静止的参考系，太阳的世界线就是一条笔直的水平线，而地球的世界线则是螺旋状。

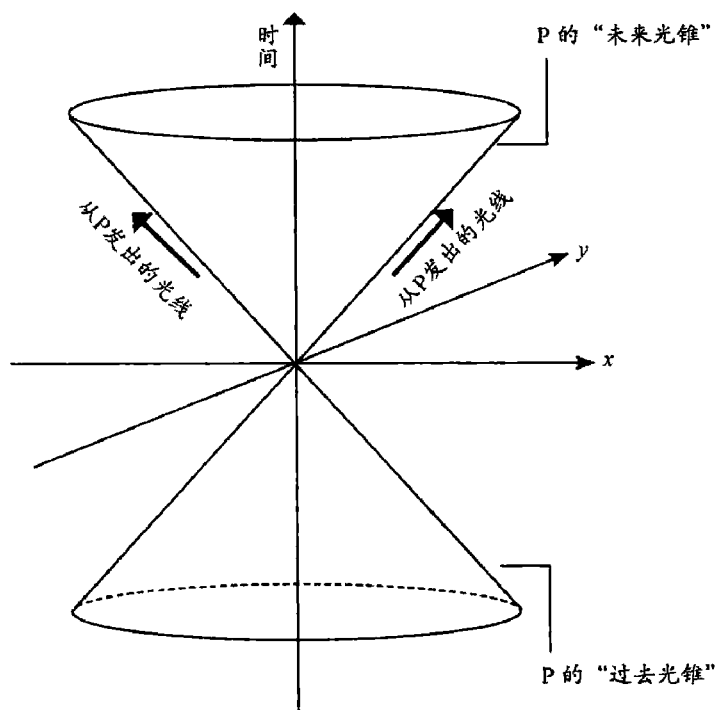
还有另一个很有用的概念，可以帮助我们描绘出时空中的事件是如何彼此关联的，也就是物理学家口中的光锥。我们再度把空间想象成沿着水平平面延伸，时间则垂直延伸。假设在特定的时间点 p ，有一道光发射出来（实际上，我们会把 p 叫做“事件”，也就是在空间和时间中孤立出来的点）。光线从 p 以光速向外行进，在时空中画出锥状的区域， p 则在底部。这叫做“ p 的未来光锥”。

要记得，任何物体行进的速度都比不上光线，所以光锥在时空中围住了某人在 p 点能够“探访”的整个区域，事件 p 的确无法影响锥外的时空区域。同样，我们可以画另一个从 p 向下延伸的光锥，亦即在时间中后退，这就是“ p 的过去光锥”，只有来自过去光锥内的事件会对 p 造成影响。这个看法也强烈抵触牛顿的定律：在古典的看法中，不必考虑速限，你可以影响时空中任何区域内的事件，只要是未来的事件就可以。另一方面，只要是属于过去的事件，不管在时空的哪个区域内，都可以影响你。相对论的看法相反，宇宙大部分的领域都是禁区。

在四维的时空中，过去和未来（或之前和之后）的概念要怎么解释？情况不像我们从这些光锥上看到的清楚线条这么简单。还好有同时性的相对性，对我而言是过去的事件，对你来说可能是未来的，反之亦然，只要事件够远，你和我又相对于彼此在移动。很多物理学家和少数哲学家发觉狭义相对论的四维时空能够证明过去和未来的事件就跟现在的事件一样“真



图解世界线：我们无法绘制四维的时空，但如果我们忽略一个空间维度，就可以想象三维的景象，其中时间是第三个维度。在上面有太阳和地球的图画中，时间沿着垂直轴前进，而地球的“世界线”则呈螺旋状。



“光锥”：只有在P的“过去光锥”内的事件才能对P造成影响；只有在P的“未来光锥”内的事件才会受到P的影响。（在这个时空图解中，只显示了两个空间维度。垂直轴表示时间。）

实”。所有的东西似乎都一次摆在某种区块中，这与我们在前一章看过的与麦克塔加特口中B系列有关的“块状宇宙”，其实非常相似。狭义相对论的出现，意味着20世纪最杰出的物理学家也支持块状宇宙的说法。

爱因斯坦怎么解释这个想法？从他的文章中我们可以看到跟巴门尼德、圣奥古斯丁和麦克塔加特非常相似的说法，时间的概念（或至少时间的“流动”）在他心中并非停驻“在外面”的宇宙中，而是在每个人心里。他曾经说过：“简单而主观地感觉到时间的流动，让我们能够整理印象，判断某件事比

坦的世界中，物质会扭曲宇宙的构造，我们体验到的扭曲就是重力的力量。牛顿认为空间和时间都是静态的背景或舞台，有形的事件在其上一件件展开，爱因斯坦却认为空间和时间本身会在宇宙中不断地变动。

广义相对论一出现就成功解释了水星的轨道。自19世纪中期以来，天文学家就注意到水星绕着太阳运转时，并不会留下完美的椭圆形轨迹。每次通过太阳时，水星的轨道反而会稍有变化。天文学家把这个细微的效应称为岁差，每一百年累积下来的差别不到百分之一度。但牛顿的物理学无法解释为什么，爱因斯坦的理论却能正确描述这个现象。

过了三年，广义相对论面临更艰难的考验。由于太阳会扭曲周围的空间，恒星射出的光线如果正好在附近通过，太阳就应该让光线转向。也就是说，太阳通过遥远恒星的前方时，我们从地球上看到的恒星位置应该有些许变化。太阳的亮度极高，通常我们看不到后方的恒星，所以天文学家必须等到日全食，月球遮住太阳的光线时，才能进行观测。1919年5月29日，爱因斯坦的预言得到证实，远方恒星的影像的确如相对论的预测，离开了原来的位置。同年11月，研究结果在伦敦举行的一场会议上发布后，立刻登上世界各地的头条。《泰晤士报》断言这是一场“科学革命”。几天后《纽约时报》的说法更震动人心：“天上的光线全歪了。”哪怕爱因斯坦对此并不在意，但从此他声名大噪。

时间、重力和黑洞

提到扭曲周围空间的重物时，我们可以想象变形橡胶板上

线偏移了两千分之一度。)但广义相对论预测更重更大的物体会更严重地扭曲时空。最极端的例子就是黑洞：这些奇特的结构扭曲空间和时间的威力十足，结果连自己都脱离了宇宙。

巨大的恒星耗尽所有的核能燃料，再也无法支撑自身的重量时，就会形成黑洞。然后恒星开始崩解。如果恒星够大，超过太阳的质量三倍以上的話，一崩解就一发不可收拾。重力会让濒死的恒星缩小，缩到某个关键的临界点（叫做“事件视界”）以下时，就会发生很特别的情况——变成隐形。从事件视界射出的光线永远无法逃逸；重力拉扯的力量太强了。在事件视界内的物体实际上和外界完全脱节。（虽然我们看不见黑洞，却有很强的间接证据证明这种物体的确存在。或许在大多数星系中心都有“无边的”黑洞，我们的银河系也包括在内。）

如果航天员掉到黑洞里，在远方的观测者会看到她的腕表变得愈来愈慢，几乎要停下来了。如果她快要碰到事件视界，我们就会看到她的手表完全停止。从航天员的角度来看，当她掉入黑洞很有可能马上就要惨死时，时间仍如常移动。（事实上，早在她能真的穿过事件视界之前，黑洞外的密集辐射跟重力场的潮汐效应*，就会置她于死地。）但对在黑洞外观测的人来说，她会永远留在事件视界上，冻结在时间里。

广义相对论让天文物理学整个改头换面，研究宇宙起源和演化的宇宙论也一样。感谢爱因斯坦的理论，我们心中宇宙诞生的看法整个改观了。在第九章研究时间和宇宙的起源时，我

* 指重力对不同区域拉扯的力量变化。如果航天员的脚先掉到黑洞里，重力就会拉扯他的双脚，不会拉他的头，后果当然非常可怕。

第八章

回到未来

时空旅行的科学

“我知道，”他停了一下又继续说，“一切对你们来说都很不可思议，但只有一件事让我不敢相信，就是今天晚上我在这间熟悉的房间里，看着你们的脸，讲述这些奇异的冒险旅程。”

——韦尔斯《时光机器》

物理学家马雷特小时候的世界以父亲博伊德为中心，博伊德是个卓绝的人物，努力工作的同时也不放弃享乐，也很疼爱孩子。第二次世界大战时，博伊德加入美国陆军，担任战地医官，1945年美军跨越莱茵河时，他也在先锋部队中。战后他白天到电子公司上一整天的班，晚上和周末则帮人修理电视。博伊德33岁时心脏病突发去世，年仅10岁的马雷特“完全崩溃了”。父亲离世后马雷特郁郁寡欢，他读过韦尔斯的经典名著

《时光机器》后，过了几年爱因斯坦的理论问世，才再次让他精神一振。书本内容让他相信自己有一天能再见到父亲，也令他决心进入科学界。

马雷特现在在康乃狄格大学教物理学，多年来他一直梦想能够造出时光机器，但他害怕遭人嘲弄，不敢透露自己的渴望。“我想要拿到终身职位”，他说完笑了一笑。还好他找到了一门学科，能帮他了解时间的本质，也够“正当”，他可以进行研究，不会引人侧目。黑洞理论也是他埋首研究的目标。前一阵子我去了康乃狄格州的斯托尔斯，一座寂静的新英格兰小镇，和马雷特约在他在康乃狄格大学校园里的办公室见面，他告诉我：“你知道，在物理学界有一条界线，一边是‘疯狂但还合理’的想法，一边则是‘疯狂得不得了’的想法。大家认为黑洞‘疯狂但还合理’，而时光旅行则是‘疯狂得不得了’。结果证明在研究黑洞时我也能顺便研究时间。”

一直到了20世纪90年代晚期，马雷特都躲在他所谓的“时光旅行的衣柜”里（译注：表示跟同性恋一样不敢公开）。大受欢迎的《新科学人》杂志专文介绍他的研究后（杂志封面大大方方地写着“缅怀过去：来看看全世界第一座时光机器”），他才脱离隐居的状态。现在他也很开心地在网站上把“时光旅行”列为他的主要研究领域。

走出时光旅行的衣柜

我们在前一章看过的黑洞由于有庞大的重力场，会让时间变慢（爱因斯坦的广义相对论预测到的效应）。但马雷特发现，光也会影响时间。光带有能量，爱因斯坦也证明了质量和

能量具有同样的效用，所以光线应该也能扭曲空间和时间。

马雷特想到，他可以用一系列强力镭射光形成强烈光线的循环光束。如果把两列激光束平行排列，光束围绕的空间就会变成正方形。马雷特说，正方形内的空间会变得“扭曲”，就像把牛奶加入咖啡杯后，搅拌咖啡，牛奶就会开始盘绕。他说，透过“光子晶体波导”就能强迫光线以螺旋状前进，进而增强扭曲的效应（光子晶体的光学特质能让通过的光线沿着特定的路径前进）。如果光束够剧烈，靠近光束的空间和时间扭曲程度会严重到能够在时间中创造出“循环”。用物理学的行话来说，这种系统会制造出封闭式类时间曲线*，这是时光旅行最关键的现象。从理论上来说，沿着这种曲线前进的粒子会回到过去，就像沿着街口一直走，你就会回到起点。马雷特愈说愈兴奋，一度差点把一本厚厚的教科书撞到地上，这本书的标题《重力》正好很适合对话的内容。

马雷特的提议听起来虽然疯狂，不过他曾在同侪评论的物理学期刊中描述主要的理论元素。然而，物理学界的反应并不大。康乃狄格大学物理系的主任斯德瓦利曾有意接受挑战，开始马雷特提议的实验，但他也提出警告，制造时光机器“似乎遥不可及”。美国麻州塔夫斯大学的两位物理学家最近发表文章评论马雷特的理论，他们认为用此类仪器创造出的封闭式类时间曲线会出现在很遥远的地方，“比我们看得到的宇宙半径范围还要大无数倍”。

马雷特仍不放弃希望，他说专家并非质疑他所依凭的物理学或数学，而是不确定是否能活用等式，创造出“时间循

* 马雷特称之为“封闭式类时间线”，不过“曲线”是比较常见的说法。

环”。马雷特和在同一所大学的实验物理学家合作，想弄清楚要如何才能让他的镭射驱动时间循环开始运转（他们目前还在筹募资金，马雷特相信要测试他的方法，需要25万美金的设备）。他希望在十年内就能看到初步的结果，也相信在21世纪结束前，人类就能在时空中旅行。

西雅图信号正炽

马雷特并不孤单。在美国另一边的海岸上，华盛顿大学的物理学家克拉默也在研究跟时间相关的新奇机械，看起来十分复杂，配备了激光束、镜子、分光镜，最重要的则是一对对“纠缠态”光子。马雷特的重心放在相对论上，克拉默把指望放在现代物理学的另一根支柱上，也就是量子理论，尤其以量子纠缠（也叫做“量子非局域性”）的奇特想法为焦点。量子纠缠最早在20世纪初出现，指出在一对纠缠的粒子中观察到其中一个粒子时（比方说记下粒子的旋转或极化），就会自动得到另一个成对粒子的信息，即使两个粒子之间相隔非常远。虽然听起来很诡异，爱因斯坦很不喜欢这种想法，直斥其为“幽灵式的超距作用”，但最近已有无数的实验证实了量子纠缠。

科学家用形形色色的方法诠释量子纠缠，想要了解其中的宇宙论。克拉默认为要了解遥远粒子间看似能够瞬间沟通的现象，最简单的方法就是透过逆因果律的概念。我到西雅图拜访克拉默，这位语气温和的教授想用外行人听得懂的术语来说明逆因果律。简单来说，就是未来能够影响现在或现在能够影响过去的特殊事态，在次原子的世界里，等于还没离开家门就到了办公室。虽然听起来完全违反直觉，但物理定律中却没有说

解囊。克拉默在报道中哀叹就连美国国防部高等研究计划局（DARPA）都不肯提供实验基金给他，尽管如此，文中也指出DARPA的研究重点在于“可以变形的液体机器人（看过电影《魔鬼终结者》第二集就知道了）和生物机械混合体昆虫”。克拉默很高兴捐款源源不绝，但跟大多数科学家一样，他不想花太多时间成为众人瞩目的焦点。他说：“我们的实验都还没开始，就有这么多人注意，让我觉得有点不自在。”

《新科学人》杂志再度率先公开克拉默的想法。这本杂志一向具有独到的鉴赏力，作者主张，如果逆因果律果真得到证实（他承认要特别强调“如果”两个字），就会“颠覆我们最看重的因果本质概念以及宇宙运作的方式”。

物理学界的回应则比较客气。虽然量子纠缠现在已经得到许多实验的证实，但我们仍不清楚是否能用一对对的纠缠粒子来发出信号，在克拉默提出的实验架构中，这一点却是先决条件。换句话说，纠缠只能证明某种程度的逆因果律。

或许克拉默和马雷特出入最大的看法在于克拉默期望自己的实验会失败。他深深怀疑这种反向信号发生的可能性。但究竟为什么不可能发生，还需要详细调查。克拉默说：“很有可能有某种关系会妨碍你反向发出信号。我们想用这个实验来了解到底是什么关系……如果全部的东西都准备好了，你应该试试看，试着挑战极限，看看会发生什么事。”

你一定梦想过逃离时间的禁锢吧？我们似乎陷在时间的流动中，无法自主地度过一天又一天。要是我们能像在空间移动一样，自由地在时间中穿梭，想想看那会变成什么样子：从错误中学到经验后，我们可以回到过去，重新度过生命中的关键时刻。我们可以跟过世的亲人再见一面。我们可以窥探未来，

特殊目的而建造的机器，搭上了就能控制时间。这个想法的独创性再怎么强调都不算过分——《科幻小说百科全书》称其为“叙事技术的重大突破”，赞美其主题善用过去的事实“构成历史断层，非常引人注目”。

韦尔斯认为时间只是一个维度，我们可以穿越时间，就像穿越空间一样。《时光机器》于1895年出版，比爱因斯坦的狭义相对论早了十年。韦尔斯因写作而出名，但他也曾在伦敦的帝国学院上过一些科学课程，对科学发展也很有兴趣。他的看法显然比别人更早考虑到爱因斯坦理论基础中的主要概念。

《时光机器》出版了以后，描写时光旅行的书籍充斥市面，复杂度和可信度各有不同。海莱因的短篇小说《行尸走肉》（1959年出版）或许可以说是最错综复杂的时光旅行故事，肯定也最让读者觉得心烦意乱。在这个疯狂的故事里，时光旅人动了变性手术，除了变成自己的父亲，也变成自己的母亲。事实上，随着情节发展，我们发现故事中所有的主要角色都是同一个人，出现在不同的生命阶段。

道格拉斯·亚当斯用更幽默的风格在《银河系漫游指南》第二部中告诉我们，时光旅行的主要障碍“其实只是文法问题”，此外碰到这个问题时，就应该查阅街道评论员博士的《时光旅人的一千零一种时态结构手册》。举例来说，你会学到如何描述过去即将发生在你身上、但你却往前跳了两天时间来避开的事件。从自然时间的观点、未来的时间观点或更早之前的观点出发，会有三种不同的描述，当你从某个时间旅行到另一个时间并想着要变成自己的母亲或父亲时，还有可能让对话变得更复杂。

出航开始漫长旅程后再回到地球，会发现地球上已经过了好几百年。假设你要绕银河系一圈，大概需要十五万光年。你慢慢地稳定加速，每一秒只增加十公里的速度（这就是“g”值，模拟地球上重力每天施加在我们身上的力量）。用这种速率持续加速，只要时间够久，最后就会达到非常高的速度。过了差不多十一年半，你就发现自己已经完成一半的旅程。你已经跨越了七万五千光年，呼啸前进的速度大概是光速的99.99867%。现在开始用同样的速率减速：又过了七万五千光年后，你回到地球，整整绕了银河系“一圈”。但你的时钟早就跟地球上的时钟差了十万八千里：你觉得只过了23.16年，但是在地球上却已经过了十五万零二年。

这一点不需要争议：狭义相对论的时间膨胀效应是已经确立的科学。物理学家格林说：“我们有充分的理由可以相信狭义相对论正确无误，也没有理由不相信，而且进入未来的做法也能如预期般发挥作用。虽然理论已经确立，却因为科技而脱离不了这个时代。”

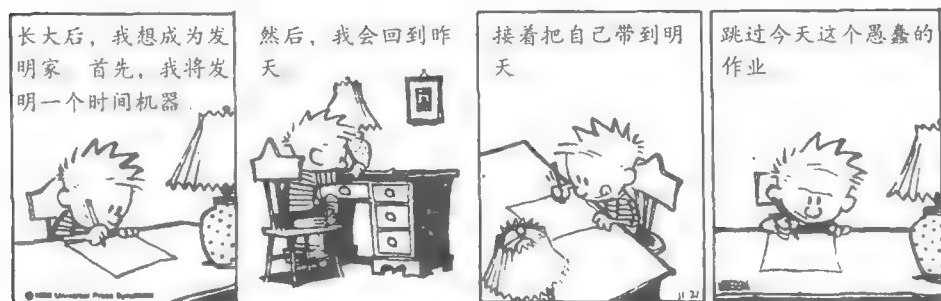
但这种时空旅行有一个明显的缺点——去了就不能回来。航天员不能在看到未来后回到出发的时间，也不能把2108年的消息带回2008年的世界（比方说一百年来的股价、超级杯的比数和乐透中奖号码）。除了牵涉前往未来的时光旅行，回到过去的旅行问题反而更多，我们马上就会讨论到。（无论如何，向前行进的时光旅人在到达终点时，如果那时的人相信她的故事，会把她当成来自过去的时光旅行者。既然她对21世纪的生活了如指掌，一定会成为历史学家瞩目的焦点。）

的意见，过去已经“过去了”，你不能参观古罗马，原因很简单，因为古罗马已经不存在了。或许同一个原因让你无法亲眼看到未来的事件。（很明显，科幻小说中所有时空旅行的场景碰到这个推理的方法，就等于被泼了一桶冷水，《魔鬼终结者》里的机器人和决心要阻挡机器人邪恶任务的代理人，怎么能从还不存在的未来回到现在？）前往过去和未来都不可能，因为无处无时可去。这种否定过去和未来真实性的哲学想法叫做现在主义（我们在第六章已经简短地提过），也有人不时提出其中“无目的”的想法来反对时光旅行。（有趣的是，偶尔也有人说“现在主义”之前是主流的世界观，或者这就解释了为什么过了19世纪中期，时光旅行的故事才开始流行。）

另一个反对的论点则是“双重占据”的问题：我怎么可能回到过去或未来，却不碰到当时已经在那里的“我”？哲学家就这些问题写了冗长的论文，有些读起来令人爱不释手。我却觉得大部分的文献（或许潜意识中）都源自牛顿的观点，时间和空间似乎都非常明确，就像宇宙中有座“母钟”。然而，我们在第七章已经讨论过，情况并非如此，狭义相对论让我们不得不把时间和空间当成纠缠在一起的东西。“过去”和“未来”的地位就跟“现在”一样稳固，即使“现在”已经被贬低成主观的符号。的确，俄国航天员卡廖夫似乎已经克服了这些障碍。未来虽说不够真实，但他还是向未来前进了五十分之一秒，他也没有撞上已经在那里的自己。

我们说“回到未来”时，到底是什么意思？一般来说，我们不是指反向“生活”或“体验”，不论那到底有什么含义。（不过有些作家确实探索过那个概念，有时候还详细到了极点，例如埃米斯的小说《时光之箭》。）大多数人就算希望

能看起来年轻点，也不希望自己的记忆、知识和经验在旅途中溜走。谈到时光机器时，我们想象的东西通常更复杂：在想象中，进入这架机器，我们想必就能控制“外面某处”的时间以特定的速度向前或向后移动，而“本地”的时间仍按照正常的速度前进。（哲学家刘易斯1976年刊出了名为“时光旅行的矛盾”的论文后，再度掀起大众对相关议题的兴趣，他用“外在时间”和“个人时间”来区别这两种时间线。）韦尔斯设想的时光旅行就是这样：时光旅人按下控制杆前往未来，女仆“像火箭一样迅速穿过房间”，但在机器中的时间却以正常的速度流动。时光旅人没有急速老化，如果他戴了手表，应该也会以原来的速度运转。不过很重要的是时光机器“仪表板”上的刻度盘不知为什么能指出“外面某处”的时间，让他可以看到自己到了公元802701年。（《星际旅行》的影迷应该记得有一集也有类似的分歧：在“裸时”中，企业号向着过去飞驰，成员的意识经验似乎往前走，舰上的時計却能记录“实际的时间”，观众可以看到日期和年份向后倒退。）



Calvin and Hobbes © 1988 Watterson. Reprinted by permission of Universal Press Syndicate. All rights reserved.

还有一个很棘手的问题，当你在时间中移动时，也会转移空间吗？对企业号来说不是大问题，想来就来，想去就去。但

我们相信韦尔斯笔下的时光机器离不开地球，可谓“跟着地球一起转动”。毕竟地球在轨道上绕着太阳公转的速度也有每秒三十公里，但韦尔斯的时光旅人一定“跟得上”，不然就会在外层空间现身了。这种问题起码会让我们很谨慎地思考“时光旅行”的真正含义，还有心中对时光机器的期待。

爷爷！快闪啊！

我们现在要来讨论众所周知的矛盾情况。最多人讨论的局面就是，假设时光旅人回到1930年，决定在祖父碰到结婚对象（他的祖母）前就把他杀了（或者也可以假设时光旅人驾驶技术很差，不小心撞死了自己的祖父）。要怎么防止这种看似不可能的事件发生？

目前提出的解决方法主要有四个。第一，自然定律总会不知不觉地联合起来，妨碍你执行恶毒的任务。第二，你虽然可以任意而行，但由于就某种程度而言“你已经干了那档子事”，结果就是已经留存下来的历史记录。如果你的祖父得享天年，你就无法改变事实（我们后面会讨论到，前两个解决方法基本上一模一样，可是采取不同的角度）。第三个可能性则是所谓的“平行宇宙”解决方法：在这个局面中，你可以回到过去杀死祖父，但你的行为不会改变“历史”（你学过的世界历史），而只是另一个平行世界的过去。最后，以上的矛盾证明了人类不可能回到过去，这是第四个说法。

先来讨论自然阴谋论的说法。你回到过去，从值得信赖的时光机器走出来，只觉得头有点痛。报纸上的日期证明你回到了1930年，你找到祖父当年住的地方，查到他的行踪。你举

疯狂的陌生人要置他于死地，时光旅人就是那个陌生人。史密斯说，认为某件事已经发生，在时光旅人体验到时这件事“再度发生”，其实不对，这件事就是发生过了。史密斯让这种混乱的情况成为“二度”谬误。如果时光旅人见证到历史事件，事实就是如此，但那表示她一直都在那个时间里。

这个想法听起来很简单，但仍有可能严重破坏自由意志的概念。举个例子来说，尼费尼格的《时空旅人之妻》（2003年出版）中的男主角亨利，能在时间中移动，我们可以探讨他的行为。当二十四岁的亨利见到五岁大的自己，成年的亨利很努力地要让自己在十九年后仍能记住他看到“自己”做的事情，但这个行为只是看似出自自由意志。既然他的旅程“已经发生了”，就应该迫使他的行为就像五岁时看到已成年的自己所展现出来的，不是吗？或许他察觉到这股强迫的感受，只是觉得自己有选择……

撞球和本体

我们还可以想象出更简单的矛盾。假设撞球桌上正好有个精心放置的虫洞。现在你把一颗球打到虫洞的开口里。球进去了，然后从另一端出来，正好就在进洞的前一刻。有可能发生的情景是这颗球撞到自己，或许会改变轨道，结果完全偏离虫洞。但如果球不进虫洞，就不会撞到自己，也不会从轨道遍斜出去，结果就会进入虫洞……以此类推。（举一个反例，只要球从侧面撞到未进洞的自己，力道不怎么强，不会妨碍进入虫洞，那就没关系了。这仍是一个很特别的案例，某件事导致自身发生，有时也叫做“本体矛盾”，但逻辑上并未出现抵

触。)

时光旅行的矛盾不只出现在人类和真正的物质上，也涉及信息。这个说法有很多变化，通常叫做“知识矛盾”。假设是类似这样的情况——你为了物理或数学上的一个问题（任何领域都可以）而苦恼不已。为了方便讨论，不妨假设你是一个狂热的数学家，对“哥德巴赫猜想”非常好奇，这个难题发表了两百五十多年，数学家仍找不出解释的方法。（猜想的内容是，每个偶数都可以用两个质数的总和来表达，例如四等于二加二、六等于三加三、八等于三加五……数学家强烈感觉到这个猜想的正确无误，即所有的偶数都可以套用这个说法，但到目前为止仍没有人能提出证据。）假设说现在是2008年，你觉得人类还需要好几十年来证实哥德巴赫猜想，所以你就把时光机器的目的地设成2040年。到达目的地后，你立刻前往图书馆（那时候应该全都数字化了），发现哥德巴赫猜想已经被解开了，你觉得很高兴，努力研读已经出版的答案。证据内容冗长艰涩，但最后你终于牢牢记下来。你也发现作者是你认识的人，虽然他现在是一所大学的数学教授，但在2008年他还是小孩子，就住在你家附近。你也看到出版日期是2038年。太好了。那孩子还有足足三十年的时间成为教授，找到证据跟写出这篇文章。回到2008年后，你尽一切可能鼓励那个孩子，虽然他对自己的数学能力心存怀疑，但在你的坚持下他进大学主修数学，最后也当上了教授。但日子一年一年过去，他似乎在哥德巴赫猜想上没什么进展。他只发表了几篇研究论文，都不太值得注意。最后，只剩下几天，他必须把论文寄给期刊的编辑室，你发现他可能赶不上。既然证据还记在心中，你把你记得的东西写在纸上，装入信封后从教授家的门缝塞进去。接到来

自无名氏的宝藏，他当然欣喜若狂，事业有了出路，从此也会建立起屹立不倒的名声。他立刻把证据写出来，在截止日期前送给数学期刊的编辑，也就是你在未来看到的版本。

证据究竟从何而来？不是教授，他只照抄了你塞进门缝的资料。但也不是你发现的，你只从数学期刊上搜集了这些证据！基本上相关的知识不知从何而来。就跟关系密切的本体矛盾一样，这种“免费的午餐”似乎很怪异，但严格来说并未造成逻辑抵触。

改变谁的历史？

现在来看第三个可能性，所谓的“平行宇宙”。拿来避开各种矛盾还挺成功的：举例来说，如果你杀了自己的祖父，只代表这件事发生在另一个宇宙中。这个理论当然“简洁有力”，但消除了矛盾后，却带来了形而上的包袱。我们有没有理由质疑多重宇宙是否真的存在？

在量子力学的古怪世界中，多重宇宙的想法早就出现了。这个想法现代的化身可以追溯到20世纪50年代，物理学家艾弗雷特三世用“多世界”来诠释量子力学。在多世界的架构中，当某件事可能有超过一个的结局时，所有的结局据说都各自出现在不同的宇宙中。有些评论家可能会觉得多重宇宙的想法原本就背离了“欧坎的剃刀”——也就是说解释应该愈简单愈好。一个宇宙就够了，为什么要假设看不见的宇宙还有无限多呢？支持多重宇宙的人则答复，因为一个宇宙不够用。

量子理论的多世界诠释依然争议不断，但几位知名的理论家最近纷纷倒向这个说法。最直言不讳的拥护者则是牛津大

第九章

发 端

寻找时间的曙光

对于太空中的创造成果，想要画出范围，不啻是白费心力……因此，我们已经准备好面对这样的发现，时间中的宇宙范围早已超乎凡人的掌握。

——莱尔

在美国亚利桑那州东北部，蜿蜒而过的秦利溪支流把聚合在这里的峡谷切成三块扇形，现在纳入德榭伊峡谷国家保护区。秦利溪向北流入圣胡安河，后者继续向西前进，流入科罗拉多州，向西走两百多公里，这两条河流亦雕刻出大峡谷令人叹为观止的缺口。德榭伊峡谷由同样的水系打造而成，难怪景色和地质都和美国西部有名的亲戚大峡谷非常类似。沿着德榭伊峡谷南缘的锯齿状小径行走，脚下的砂岩悬崖离下面的沙漠大约有300米，像蜘蛛岩这么壮观的巨大石柱离地向上拔出的

先知的年纪和历代国王的统治时期加起来，最后算到尼布甲尼撒，总和约3442年。再把两个数字加起来，就算出创世发生在公元前4004年。阿瑟还想继续算出确切的时间和日期，根据他的推理，伊甸园的苹果熟了，才会掉下来，所以那时很有可能是秋分时节。由于创世记的故事暗示傍晚是一天的开始（“有晚上，有早晨，这是头一日”），所以他相信世界在晚上创造出来。最后他推论出，世界于公元前4004年10月22日星期六晚上六点钟诞生。后来的评论家几乎都省略了过多的细节，第一个完整的日子是公元前4004年10月23日，后来称为“阿瑟日”。

现代人不懂阿瑟怎么能这么自信满满，他推算出来的日期跟真正的日期差了十万八千里，却无论如何都有一种神准到令人不

敢相信的感觉。不过在阿瑟的时代，很多学者都使用同样的计算方式得到类似的结果。大多数的研究结果现在早已被人遗忘，但是这位来自爱尔兰的神职人员却因此成为家喻户晓的人物，不然就没有人认识他了。阿瑟完成分析后，伦敦的出版商在印制圣经时也把他的年表印在页缘。1701年，英国国教教会决定在圣经的新译本中印上阿瑟的年表（过了



爱尔兰主教阿瑟。研究圣经年表的结果让他相信世界于公元前4004年10月22日星期六诞生

几百年，很多读者都以为年表原本就在圣经里）。一直到了20世纪初，圣经印制时仍加上了阿瑟的年表。

然而，到了18世纪，有些学者开始怀疑地球并不如阿瑟宣称的这么年轻。少数大胆的作家公开表示创世记中描述的世界诞生的过程并不正确，顶多只能当作比喻，不能从字面上解读。

在更大胆的思想家中，有一位来自法国的布封（1707~1788年）。他有一套充满雄心壮志的著作《自然史》，共有四十四册，目标在于涵盖全部的自然科学。他在书中主张地球诞生是因为彗星撞到太阳，这让信仰虔诚的思想家听了非常愤怒。戈斯特写道：“他一下子就贬低了世界的诞生，把至高造物主辉煌的节奏降级成一场大灾难。”布封也认为所有的物种之间都有或多或少的关联，可能都来自同样的祖先，他相信上帝并不在意每一种植物和每一种动物的细节。关于圣经上的说明，布封说创世记的语言需要谨慎的诠释。他呼应伽利略的说法，认为圣经的目标读者是一般人，不是科学家。不需要假设创世记头几章提到的每一“天”跟现在有二十四小时的一天一样长。的确，到了上帝创造太阳，第三个所谓的“天”过后，一天过后又一“天”的想法才得到确立。

布封反向操作，利用科学方法计算地球的年龄。他相信我们的星球原本是一球熔岩，然后慢慢冷却到目前的温度。他用不同材质的球做实验，加热后观察它们要花多久的时间才能冷却。实验了六年后，他的结论是地球已经七万四千八百三十二岁了*。后来他又改动了估计的数值，觉得地球应该更古老，不

* 跟阿瑟的日期一样，布封的估计数字似乎太精确了。他好像不担心自己的“误差幅度”。

已经好几百万年了，这个主张令人大吃一惊。也难怪他的同事会把第一册送给年轻的博物学家达尔文，鼓励他享受莱尔活泼的文笔，但不要认真采纳他的结论。尽管如此，当“小猎犬号”漫长的旅程启航时，这本书一定给达尔文带来了不少刺激。

约在同时，和莱尔同一个时代的斯科罗普（1797~1876年）正在法国各地游览，查看死火山的状态。他认为这些火山借由持续的地质作用缓缓形成。他的结论收录在著作《法国中部地质学纪要》（一1827年出版）中，或许是地质学家发出的言论中最有名的：“对学习自然的人来说，大自然的成果似乎随时随地发出回声：‘时间！时间！时间！’”



莱尔（左）率先指出地质作用延续了数百万年。达尔文（右）搭上“小猎犬号”时带了莱尔著作《地质学原理》的第一册

达尔文的“深远时间”

达尔文（1809~1882年）刚从大学毕业时想受训成为神职人员，而老师则建议他到海军船舰“小猎犬号”上担任博物学家。“小猎犬号”出航的目的是要到南美洲海岸进行水文测量调查，南大西洋和太平洋东部的岛屿也是目标。“小猎犬号”于1831年启程，原本预定两年后就回航，结果整个旅程花了五年的时间。在漫长的旅途中，达尔文亲眼看到了地质作用的证据，上船后过了几个月，他就转而相信莱尔推论出的古老地球。达尔文仔细观察了环状珊瑚礁，认为成因是现在已经消失的火山。到了维德角共和国，他看到向上伸展的悬崖，显然是由连续的火山活动造成。到了智利，他亲身体验了一场地震。达尔文推论，安第斯山脉本身就由地壳不断隆起而形成。莱尔的精神似乎跟着达尔文，一起登上了“小猎犬号”。达尔文后来在文章中写道，这位地质学家的著作“改变了人心里的整个定调”，“看到莱尔从没看过的东西，却好像是透过他的眼睛看见的”。

还有一路上看到的动物。达尔文一开始不怎么了解他看到的众多物种。在加拉巴哥群岛就有几十种不一样的雀鸟，彼此之间可能体型略有差异和鸟喙形状稍有变化。同时，他也看到一度非常繁茂的物种，灭绝后现在只留下化石，被新的物种取代。这里他就不同意莱尔的看法，后者认为物种一旦出现在世界上，就再也不会改变。

1836年达尔文回到英国后，演化的想法才开始成形。在伦敦住了一阵子后，搬到伦敦东南边郊区的大屋里。他娶了表姊

会不断递减（但可以预测）；含有这些元素的矿物过了好几千年，甚至好几百万年，仍能释放能量。卢瑟福立刻想到自己的发现有多重要：地球的内部过了一段时间后，并不会像两百年前布封假设的一样慢慢变冷，相反地，地球液态核心中的放射元素不断衰变，继续帮地球内部加热。放射性“因此增加了地球上生命存续的可能期限”，卢瑟福写道，“才有足够的时间留给地质学家和生物学家所主张的演化过程”。

放射性衰变的概念带来了全新的技术，能有效测定矿物的年份。这些不稳定的粒子衰变的速率不受温度和压力的影响，仅取决于元素的种类。过了不久，地质学家就用新的“放射性定年法”来测量岩石的年龄，这才发现它们已经存在数亿年了。物理学家福尔摩斯在著作《地球的年龄》（1927年出版）中提到：“所有的证据都指向同一个结论……地球的年龄介于十六亿到三十亿年之间。*”阿瑟推算出的年龄到了此时已经和圣经密不可分，却突然看起来犹如沧海一粟。戈斯特说：“社会大众每天处理的数字不是几十就是几百，已经习惯了，突然从几百万跳到数十亿，真令人目眩神迷。”

真的目眩神迷，还好对科学家来说，计算这些数字跟用手指数数一样简单。我们或许无法在脑海中设想这么大的数字——要在拥挤的运动场中“看见”五万名观众还真够难的，但这并不妨碍我们去运算这些数字。英国天文学家爱丁顿曾于1919年带领日食观测队，并证明了爱因斯坦的广义相对论，他就了解庞大数字带来的矛盾。在一篇广为流传的论文中，他用

* 最新的数字是四十五亿年，根据目前找到的最古老的岩石、陨石和月球上的样本来推算。

始把其他模糊的光点编成目录，这些光点叫做星云，四散在天空各处。有些星云的螺旋形状看起来十分明显，一开始时叫做“涡状星云”，但到了20世纪20年代，科学家就看到这些星云其实跟我们的星系一样。这些“外部”的星系很像我们的银河系，但是非常遥远。（事实上，康德在1750年就提出了这种说法，把星云称为“宇宙孤岛”。）我们的宇宙图片愈来愈大。

但这只是开始。天文学家还要学习如何测量这些星系到地球的距离，观察星系的光谱，就可以计算出它们在太空中移动的速度。很多星系的光谱线都朝着红色那一端移动——也就是红位移，表示它们会离我们的银河系愈来愈远。（这个现象可用“都卜勒效应”来比拟：当救护车愈走愈远，警笛的音调也会比静止时更低，就是所谓的“都卜勒效应”。）到了1929年，美国天文学家哈勃（1889~1953年）有一项很了不起的发现。



美国天文学家哈勃，他研究银河系以外的星系，其取得的成果显示我们住在不断膨胀的宇宙中。

他在加州的威尔逊山天文台使用当时世界上最大的望远镜（长约2.5米），有系统地研究遥远的星系，发觉这些星系“在望远镜所及的范围内散落各处”。他发现星系和银河系之间的距离，与星系的移动有相互关系，觉得非常惊讶——星系离我们愈远，移走的速度也愈快。这就是宇宙的扩张。

一次爆炸的共鸣，不是某种回声。1965年，两名科学家使用美国新泽西州的巨型无线电天线时，无意间发现了这种微波辐射的反应。彭齐亚斯和威尔逊侦测到来自天空四面八方的模糊微波信号。他们发现大爆炸的特征，现在命名为“宇宙微波背景辐射”。（很巧的是，大概同一个时间，在离这里一个小时车程的普林斯顿大学，物理学家迪克和同事根据大爆炸的理论模型，预测到宇宙微波背景辐射的存在。听到彭齐亚斯和威尔逊的发现时，他们正准备要找出缘由。）我们可以把宇宙微波背景辐射想象成宇宙年龄还不到五十万岁时释放出来的放射线。到了现在，太空中到处都是这种辐射。彭齐亚斯和威尔逊在1978年因他们的发现而获得诺贝尔奖。



比利时神父兼物理学家勒迈特（左），首先提出宇宙大爆炸的理论。爱因斯坦刚开始时还不能接受宇宙不断变化的说法

前一阵子在美国加州戴维斯举行的暴涨宇宙论会议上，我遇到古思这位态度温和友善的科学家，他很喜欢讨论他的研究，我请他帮忙讲解入门级的暴涨宇宙论。他解释说：“暴涨是大爆炸理论的另一个版本。如果你问‘推动宇宙的起因为何？我们亲眼看到巨大的宇宙仍不断膨胀，这是什么引起的’，答案就是暴涨理论。”古思说，根据暴涨理论，纯量场会对宇宙中所有的物质施加强大的压力。宇宙像气球一样鼓起来，直径加倍再加倍，超过了一百次。暴涨前的宇宙只有质子的几十亿分之一乘以几十亿分之一那么大，暴涨后，就变成弹珠大小（或者跟葡萄柚差不多大），整个过程还不到一秒钟。WMAP持续提供的观测资料和宇宙微波背景辐射的研究成果都支持暴涨理论，所以古思说到了现在他依然跟1981年一样，对这套理论充满信心。“我认为观测结果一定能证实暴涨理论，不然也离解释宇宙如何变成现在的样子相去不远”。

故事还没完，宇宙学家设想出其他质疑暴涨模型的情况，我们等一下就会讨论到。望远镜愈造愈大，愈来愈精密的理论更深入地探索我们眼前的宇宙，人类对宇宙起源的描绘当然会跟着演化。在我们之前，就已经有人相信他们找到了宇宙的开端，甚至还定下了宇宙的年龄。正如戈斯特提醒我们，阿瑟不是第一个提出错误答案的人，“很多伟大的科学家目光也一样狭隘，被自己的信念或当时最盛行的想法困住”。牛顿无法承认地球有多么古老，爱因斯坦过了好多年才愿意接受宇宙膨胀的想法。就连天才也有迷惘的时候。

中世纪的人所想象的宇宙年龄相当短暂，正好配合当时的观念，宇宙是为了我们而创造的，直到近代，人类还保有这种想法。在地质研究得到成果后，宇宙论显露出更长的时间线，

第十章

大爆炸发生前

物理学的新领域和时间之箭的起源

我们心目中的真实世界，尤其是和时间本质有关的看法，马上就要出现惊天动地的大改变，或许甚至连今日的相对论和量子力学所提出的看法也望尘莫及。

——彭罗斯《皇帝新脑》

宇宙起源的大爆炸模型一定能列入20世纪科学界最伟大的成就榜单。以宇宙暴涨理论这样的最新风貌出现时，我们就能明白大爆炸后几十亿乘几兆再乘几兆之一秒后开始的那段时间（更简洁地用科学记号表示，就是宇宙诞生后 10^{-33} 秒）。透过这个模型，我们离宇宙开端就只差了那么一点点。但我们仍觉得十分受挫，因为能了解的太少。毕竟，目前人类提出的最有趣的问题并非大爆炸后短短不到一秒的时间内发生了什么事

情，而是我们能不能让时钟倒转，一路回到“零时”。

最后要跨出很大一步——时间如何开始？在大爆炸前要有东西，到底是什么？这个问题真的有意义吗？物理学家和宇宙学家对这个问题已经见怪不怪。宇宙论的会议公开举办过无数次，到了会议结束时，听众里一定会有人走到麦克风前，感谢演讲者分享深刻的见解，然后问：“在那之前，是什么样子呢？”多年来，大家都认为这个问题超越了科学的界线。一般说来，物理学家和宇宙学家可以探索大爆炸之后的局势，但要调查宇宙真正的起源时就束手无策了，最好用哲学或宗教来解答。同时，许多物理学家也指出，大爆炸就是时间的起点，所以在那之前就没有“时间”这种东西。要问大爆炸之前发生了什么事，其实没有意义，就像你不能有意义地解释北极的北边有什么。

我们要探索最初的时刻，却在几个地方受挫。首先，我们的理论工具不恰当。重力负责掌管宇宙的膨胀，还好爱因斯坦提出了广义相对论，所以我们也还算了解重力，但重力本身却不足以用来探索宇宙最初的时刻。广义相对论的等式告诉我们大爆炸发生时，宇宙中所有的东西都无止境地挤压在一起，也就是说宇宙被压成一个点。用数学物理学的行话来说，这种点叫做“奇点”。在物理学家心中，奇点有如瘟疫，避之唯恐不及。物理学家推论，描述真实世界的理论不应该有这种数学上的怪问题，因此预测奇点存在的模型会遭人质疑。最后，除了广义相对论，我们也需要微小物质的理论，亦即量子理论。科学家追寻已久的量子重力理论或许能结合这两种世界观，这时就没有所谓的无穷无尽，我们也能更有条理地描绘出时间的起点。

霍金和美国物理学家哈特尔提出一个建议，采用微观的角度，在大爆炸发生的时候，利用量子理论让时间和空间同时变模糊。这个说法叫做“宇宙无边界”，把时间的起源变模糊，消除奇点的问题。（霍金的提案概要写在《时间简史》的第八章，如果你能看这本书看到第八章，就会看到相关说明。）在这个模型中，虽然时间不会无限地延伸到过去，却也没有鲜明的起点。时间不会突然“开启”，而是慢慢地从空间中出现。

现在，“宇宙无边界”的提议仍只是提议，到目前为止，充分成熟（或至少大家都同意）的量子重力理论并不存在。在众多针对此架构提出的理论中，最有可能胜出的就是弦论，科学家充满雄心壮志，想把重力和自然界其他的力量联合起来*。在弦论中，物质最基本的“小块”不是粒子，而是一小圈一小圈弦线。由于弦线的大小有限，就能避免无限压缩（也就是那些讨厌的奇异点）的问题。弦论的确也能从量子理论的角度来描述重力，而且实际上带给物理学家更丰硕的收获——指出我们居住的世界有三个以上的维度（更精确的说法是，有三个空间维度和一个时间维度）。事实上，弦论说我们所在的世界可能有十个或十一个维度。

刚开始听到这么多的维度，或许会觉得很奇怪，但支持弦论的学者却相当重视这一点。最近弦论也出现了副产品M理论（M是英文字“膜”的第一个字母），说明维度在宇宙中扮演的角色。根据M理论，除了单一维度的弦线，宇宙的成分还有两个或更多维度的膜。

* 关于弦论的详尽讨论，请参考《T恤上的宇宙》第七章。

的说法，相信时间“均匀流动”的主张。但是我们前面提过，爱因斯坦告诉我们在某些情况下，时间的表现会更加奇怪。再加上量子力学虚幻难懂的世界，我们只能隐约捉摸到物理学的方向。

物理学家希望有一天能用单一的理论囊括相对论和量子理论，当这一天来临时，时间或许并不包含在内。物理学家兰德尔在文中指出，我们找到了“令人心痒难搔的线索，空间每隔一段很短的距离就会崩解，时间则在奇点上崩解”，这些明显的崩溃“告诉我们，基本上，时间和空间并非我们想象的那么一回事”。的确，很多物理学家已经养成习惯，指称时间和空间始于大爆炸那一刻，只是无人能清楚描述到底从哪里开始。

从虚无中创造时间

当代几位年轻优秀的研究人员全心相信“突现时间”的想法。支持者包括36岁的阿卡尼哈密德，他最近辞去哈佛大学的终身职务，加入新泽西州普林斯顿大学的高等研究院。阿卡尼哈密德承认：“我们不知道大爆炸时发生了什么事，但我们能确定空间和时间崩溃的想法，所以‘之前’发生了什么，其实没有意义。”他说，我们“一定错过了重点”，某个东西“一定会涉及突现时间的想法”。

换个说法，时间或许不属于宇宙的基础。水给人湿湿的感觉，因为数十亿个水分子滑过彼此造成这种整体性质，同理可证，时间本身也有可能来自更基本的“东西”，只是我们不知道是什么东西。

时间出现的确切方式还有待商榷。如果我们从广义相对论

整个夏天的时间。他的最新作品更沉重，长达1100页，书名是《通向真实的道路：宇宙法则全览》（2004年出版）。

这些年来，在好几次场合我都有幸能跟现年七十多岁的彭罗斯教授对话，最近一次是2007年的春天我到牛津拜访的时候。我比预定的时间早到，就到研究所对面三角形的公园散步。在公园一角有座专门供奉圣吉尔斯的教区礼拜堂。整座牛津城散发着悠久的历史气息，圣吉尔斯也一样。墙上的匾牌列出所有教区牧师的名字，可追溯到1226年。公园里还有一小块墓地。有些墓碑经过风吹雨打，上面的刻字早已模糊到无法辨认。在墓地前面三角形的顶点，立了一块战争纪念碑。当地人会坐在纪念碑下面吃午餐、打电话和享受五月的阳光。在墓地和纪念碑中间有一块圆形的青铜制日晷，提醒我是该进去的时间了。

有些杰出的物理学家在校园漫步时，很有可能被误认成律师或会计师（在极少数的情况下，还会被当成摇滚乐手）。但彭罗斯不是这一型。海军蓝毛衣配上斜纹软呢外套，看起来完全就是“拥有终身职业的理论物理学



物理学家彭罗斯

重力。他指出，在描绘早期的宇宙时，如果不考虑到重力，就无法了解热力学第二定律的根源。

提到日常生活中的熵，不考虑到重力也没关系。通常我们就能看出来什么已经达到平衡，什么还没达到平衡。（比方说，把牛奶倒入咖啡里完全混合，分子到达最高的随机状态，所以我们可以很有自信地说已经平衡了。）乍看之下，像宇宙微波背景辐射这么完美均匀的实体似乎也可以达成平衡。但因为重力，情况就不一样了。这背后的原因具有相当高的技术性——一旦考虑到重力，像宇宙微波背景辐射一样完全均匀的实体或许事实上根本不平衡，所以也属于低熵状态。

彭罗斯做出结论，早期宇宙的重力场一点也不平衡。他说事实上早期的宇宙“非常非常特别”，“特别”是指当时具备高度秩序的状态。有多特别？这时，彭罗斯突然话锋一转，开始讨论黑洞的熵。听起来好像离题了，其实不然：大爆炸和黑洞在某些方面非常相似，至少从数学上来说的确如此。在某种情况下，物质来自奇点，换一种情况，物质会演化成奇点。（然而，两者并非彼此的镜像。彭罗斯告诫我们：“黑洞中的奇异点看起来一点也不像逆转发生的大爆炸。”我打算相信他的说法。）还好，对于黑洞的熵我们的确有一些了解，霍金和物理学家贝肯斯坦在20世纪70年代就告诉大家要怎么做出这样的推论，彭罗斯说我们也可以用同样的方法来研究早期宇宙。

他说：“我们现在可以估计刚开始的状态有多特别。特别到难以置信——特别到了极点。如果你只考虑到我们看得见的这一块宇宙，一开始的状态若要纯粹出自偶然，可能性非常低，只有十的十次方的一百二十三次方分之一。”（这个数字好大，一后面跟了十的一百二十三次方个零，就算把已知宇宙

而不是已经确定的理论，他并不会加以否认。即使浑身干劲，要来处理棘手的人类意识问题，他也知道我们只能空想，找不出实证。“意识扮演什么样的角色？这是我有脱离正统科学的地方，但是没错，或许真的跟意识有关系。”

他尤其怀疑热力学时间之箭和心理学之箭真的有关联。的确，记忆似乎和时间有很密切的关系。但箭似乎只有一个方向：我们记得过去，但只能想象未来。同时，热力学的第二定律似乎正好相反。如果你看到厨房流理台上有一块冰块，你知道过几分钟就会看到一滩水。但如果有人过了几分钟才进来，就只看到一滩水，他们根本不知道水从哪里来。他们无法“逆推”刚才有冰块放在那里。

彭罗斯说：“一般来说，逆推很可怕；这就是第二定律告诉我们的事情。但人类有记忆，我们一天到晚都在用当下的情况推论过去的事态。”最后，他说对于我们心目中时间流动的概念，热力学仅能提供有限的解释，“并没有人能很清楚地说明：‘好，这就是热力学第二定律。’那不算是答案。实际的情况更加微妙……跟察觉力有关，跟意识有关，牵涉的问题远远超出我们能够理解的范围”。

至于时间本身，彭罗斯无法给出定义。他说：“我真的不知道。我真的认为，时间跟我们想象的不一样。并非稳定前进的某种东西——绝对不是普遍的稳定前进。”

有一个说法很生动，物理学家知道时间不是什么，但说不出时间是什么。时间不光只是稳定的流动，不只是混乱状态的增强，不光是膨胀宇宙的反射。跟这么多科学家谈过话后，我觉得众人对于时间能够同意的唯一结论，就是时间跟我们想象中的完全不一样。

第十一章

万物必将消逝

生命、宇宙和万物最终的命运

难道汝不见
时光能征服顽石？
亦不见高塔崩塌、
巨岩碎裂，
神殿和偶像同显旧态？

——卢克莱修《论事物之本质》

（公元前1世纪）

永恒是一段很长久的时间，尤其是
快到尽头的时候。

——伍迪艾伦

英国牛津有很多知名的特色景观：某位诗人口中的“梦幻尖塔”、有名的方庭、蜜色围墙、雅致的拱门、成群涌入的游客。保存良好的学院建筑外观出色，装饰华丽，也非常古老。

探索时间之谜
In Search of Time



今日永存钟的原型。这座钟的设计要计时一万年，注意年份用五位数字表示



就已经不流行了。

很多人相信比空气还重的飞行机器绝不可能成功飞上天。1895年，当时担任英国皇家学会的开尔文爵士说机器“不可能”飞到空中。过了几年，在加拿大出生的天文学家和数学家纽科姆宣称：“用比空气还重的机器飞行不切实际且没有意义，但也非完全不可能。”（原文照录）过了十八个月，莱特兄弟就在美国的基蒂霍克小镇完成了第一次飞行。

到了20世纪，最有名的负面预言似乎跟计算机有关。在20世纪40年代，IBM的董事长指出，全球的计算机市场似乎用一只手的手指就能数得出来。1977年，数字设备公司的董事长奥尔森说：“谁会想要摆一台计算机在家里？没理由。”（就在那一年，个人电子处理器、坦迪公司的 TRS-80 微型计算机和苹果二号计算机纷纷上市，不论结果是好是坏，从此大家都离不开家里的计算机了。）几年后到了1981年，比尔·盖茨宣称：“六十四万位的内存应该对所有人来说都够了。”

“负面预言”的例子可以毫无止境地继续下去，网络上随便一找就可以找到很多。预测未来，尤其是未来的科技，是一项极不单纯的挑战。当新材质（塑料、铝、钢）出现时，我们通常看不出有多重要。有时候新的科技就算仍以原本就有的技术为基础，还是有可能看起来新奇得不得了（例如因特网）。即使新的发现或发明就快出现了，想象不到的结果还是有可能带来一种涟漪效应。福特在1908年组装好第一款量产车 Model T 时，谁能预测到未来会有高速公路、交通堵塞、郊区蔓延、购物中心的兴起（和“大街”的衰退）、严重的空气污染或全球暖化？有时候变化来得比我们想象的还快，有时候却慢多了。像空中飞车和机器人帮佣这些产品总让人觉得再过十年也该出

日来到。古代文化中关于末日毁灭的故事不胜枚举，我们也可以说科学革命只让人类愈来愈恐惧：与其等待天神消灭我们，人类更有可能自取灭亡。科学的进步延长了人类寿命和人口数目，但我们也第一次看到有些做法有可能消灭全人类。生态学家科克斯把我们的情况形容成：“在知识和灾难之间不断扩大的挣扎。”从圣经到炸弹，再到全球气候改变，我们总能找到方法来想象人类的灭亡。

过去二三十年来，又出现了不一样的焦虑。英国物理学家马丁·里斯2003年出版的著作《时终》一书激起不少争端，书中概述了几项他最关切的问题。他说，之前只有一个国家，或至少一个充满怒气的行政区或反叛团体，有力量掀起大规模的破坏。而随着科技进步（尤其是生物科技），马丁·里斯说新的时代又开始了，“只要极少数拥护异端邪教的人，或甚至只要一个满心愤恨的人，就能发动攻击”。

马丁·里斯提醒我们，除了担心像基地组织这样激进的基本教义团体外，比较小的异教如“天堂之门”（1997年带领教众集体自杀）和奥姆真理教（1995年在日本东京地铁发动沙林毒气攻击），一样会带走人命，还有美国俄克拉何马州的几名炸弹客跟“大学炸弹客”等充满怒气的人，都应该是我们恐惧的对象。他强调，不需要像教派这样有想法相同的教众，光是一个人就可以置很多人于死地。马丁·里斯警告我们：“到处都有满怀恨意的边缘人，每个人能散发出来的‘力量’也愈来愈强。”

马丁·里斯说，还有一件危险的事情，社会渐渐趋向一体化，互相依赖的程度愈来愈高。灾难不太可能真的只出现在“局部”，影响城市、州县或省份的事物也会自动影响到世界

永远不停止膨胀，宇宙中的所有作用会慢慢按照热力学第二定律“衰减”。宇宙会变得更暗，更冷，更不适合生物生存。弗罗斯特有一首很有名的诗抓住了这两个可能性的精髓：“人言，世界将毁于火 / 或说，将灭于冰。”一直到了20世纪的最后几十年，我们也只能想到这么多，宇宙将承受其中一种命运，但我们不知道是哪一种。但宇宙一向充满了惊喜，在20世纪迈入尾声时，又给了我们一个大惊喜。

20世纪90年代即将结束时，天文学家正在研究遥远星系的特质，就像70年前哈勃的做法（除了其他的设备外，天文学家现在用的太空望远镜就命名为哈勃）。这一次，他们把注意力放在这些星系内的爆发恒星上，也就是超新星，并测量出它们的正确距离。独立从事调查的国际团队有两组。其中一组叫做“高红移超新星搜寻团队”，由澳洲国立大学的施密特和美国巴尔的摩太空望远镜科学研究所的里斯负责领导。另一个团队叫做“超新星宇宙论计划”，由美国加州劳伦斯柏克莱实验室的佩尔穆特带领。两个团队比较了远方星系的运动对靠近地球的星系的影响。结果令人十分意外。宇宙除了不断膨胀外，也在持续加速。

看来宇宙在70亿年前一直在减速，之后又进入了有史以来最为迅速的膨胀阶段。宇宙加速的可能因素为何？大爆炸的推力无物能够幸免，但重力的力量应该会减缓膨胀的速度，宇宙也应该慢下来。天文学家和物理学家的结论是一定有某种能量能抵消重力，这种力量真的会加大星系之间的距离。我们都不知道这到底是什么，现在只能称之为“暗能量”。早在1917年，爱因斯坦提出他的“宇宙常数”时，他说有一种能量和空间有关，很有可能就是这种暗能量。假设果真如此，那么他

黑洞最后会因霍金辐射（1974年，霍金率先提出这种量子力学的作用）而挥发消失。质量跟太阳一样大的黑洞能够持续10的65次方年；超级巨大的黑洞或许能持续10的100次方年（或许看了很眼熟，这个数字叫做“谷歌”（googol）：一后面跟了100个零，也是知名搜寻引擎公司Google命名的由来）。

等到最后一个黑洞在霍金辐射中灰飞烟灭，宇宙里几乎什么都没有。只留下一团团稀疏的基本粒子，在冰冷平凡的真空中无尽地漂流。亚当斯把这最终的时期称为“黑暗时期”^{*}。

如果我们能有办法把自己送到很久以后的“黑暗时期”去，我们会看到什么？“不多。宇宙会变得非常黑暗，非常模糊，”亚当斯说，“只剩下相当迷蒙的粒子‘汤’。主要是基本的粒子：电子、正电子、微中子和光子，或许还有其他超出我们知识范围的东西。”亚当斯解释，在物质如此稀薄的环境中，也不太可能发生什么作用。偶尔电子可能会跟正电子结合，形成“正子—电子偶”的原子，但连这种物质也终将瓦解。电子和正电子也可能直接毁灭彼此。亚当斯说：“除了这些微乎其微的毁灭活动，宇宙几乎没有能量，整个宇宙寂静无声……宛如黑暗的海洋。”

艾略特的形容或许比弗罗斯特更贴切：“世界就会如此终结／没有隆然巨响，只有一声悲鸣。”

^{*} 亚当斯的书名是《宇宙五个阶段》，我讲了其中的四个。我们现在的“群星遍布”是第二个阶段，第一个阶段是“太初时期”，大约涵盖宇宙历史刚开始的一百万年，从大爆炸到恒星最初开始成形。

天文学的结局

宇宙慢慢地衰退成永恒的黑暗，比这更令人沮丧的现象似乎不太可能。但是我们现在就要举个例子，由于暗能量的推力绝对不会让步，很久以后的未来，当人类仰望天空，就不会像现在看到这么多星星，那个时候的天文学家无从得知从前曾有这么广阔复杂的宇宙。

重力会把银河系和最靠近的邻居仙女座星系拉在一起，再加上稀稀落落的“矮星系”，组成所谓的“本星系群”。比本星系群更远的数十亿个星系并不靠着重力跟我们连在一起，暗能量驱动的宇宙膨胀最后会把这些星系推到我们的视线范围外。最远的物体会最先消失，正如亚当斯所说：“掩盖在宇宙地平线后方。”比较靠近的星系则会步其后尘，一个一个消失。

约莫再过1000亿年，就连室女座星系团（离我们最近的星系团），也会从宇宙的地平线消失。我们会跟宇宙的其余部分完全隔开，除了组成本星系群的几个星系，从望远镜看出去，只能看到一片黑暗。其他的星团也面临同样的命运，和最靠近的邻居完全分离。如果在这些地方也有天文学家，他们的望远镜看出去也是什么都没有。康德幻想的“宇宙孤岛”将会真正实现*。

从本星系群仍可看到一些活动，我们的银河系和仙女座

* 有一个说法可以解释这种消失的现象，这些星系彼此远离的速度比光穿过其间距离的速度更快。（听起来似乎违反狭义相对论，其实不然，太空本身的膨胀会拉开星系之间的距离。）同理可证，说星系的光线红移程度太严重，以致无法侦测也是成立的。

星系目前正朝着彼此移动，预计过60亿年后就会结合在一起。（结合后大多数的恒星都不会直接受到影响，因为恒星彼此之间的距离远超个别恒星的直径，一般不会碰撞在一起。）过了很长的时间后，银河系、仙女座和其他本星系群的小星系就会结合成庞大的星团。

本星系群形成独立的宇宙后，天文学家可以把望远镜瞄准“本地”的目标，但无法察觉宇宙整体的结构。克劳斯及其同僚最近提出，等到了那个时代，天文学家得费尽千辛万苦，才能推论出曾经发生过像大爆炸这样的事件，遥远的星系红移到看不见的地方，哈勃在20世纪20年代地发现从此已成绝响。同时，宇宙微波背景辐射也会遭遇相似的命运：当宇宙微波背景辐射的波长被延伸到更长时，来自其他来源的辐射就无法接收到信号。克劳斯说那个时代的天文学家会被误导：“在观察宇宙的现象时，他们可能做出错误的结论。宇宙看似静态，其实这个想法大错特错，因为宇宙膨胀的速度快到让他们无法察觉。”

这会带来不少的麻烦。想到我们现在拥有的知识过了很久之后居然会消失，自然很令人气馁，或许因为这个缘故我们会为了保存知识而不计一切代价。这也会让我们思忖，人类对眼前景物的诠释可信度究竟有多高。另一方面，一定会有相关的科幻小说出现，故事还挺有说服力：甲文明宣称他们画出了全宇宙的地图，却遭到乙文明的挑战，乙文明流传下来的古老记录虽已蒙尘，但上面的夜空更加精彩，描绘出更无穷大的宇宙，可惜早已失传……

生命的尽头

我们看到的宇宙注定将如何在黑暗中结束，那么宇宙中的生命又将面对何种命运？热力学第二定律似乎也指明了我们的命运。在开放的宇宙中，所有的实体、生物、想法都必须走到尽头。哲学家罗素曾说：“世世代代的努力、奉献、鼓励、最光辉灿烂的人类天赋，最终的命运都是灭绝……人类成就的殿堂最后必定会埋葬在宇宙废墟的破瓦残砾下。”

然而，在20世纪70年代末期，戴森提出一个解决之道：他用更简单的说法把“生命”形容成能够处理信息的生物。由于处理信息需要能量，也会产生热能，不断膨胀的宇宙要让这种系统保持运作，提供的有用能量似乎会愈来愈少。戴森认为生命实际上可以无止境地“休眠”。他主张，只要能延长休眠期，也就是降低生物的“新陈代谢”，生命或许就能永远延续。

但是发现了暗能量后，戴森的策略或许就失效了。物理学家克劳斯和斯达克曼在1990年研究这个问题时，发现生命的确有问题。他们推论说，生命需要能量，在不断加速的宇宙中，集中和控制那股能量就会变得愈来愈困难。我们各自的“宇宙孤岛”和宇宙的其余部分愈隔愈远，能用的资源也受到严格的限制。根据两位科学家的理论，在资源有限的情况下，任何生物（或对等的机器）都只有有限的记忆，“最后会遗忘旧有的想法，以便增加新的想法”。他们认为，有限的知识就表示有限的想法。到了最后，能够思考的生物除了不断产生同样的想法，似乎别无选择。“永恒会变成监狱，而不是范围无限扩张的创造探索空间”。到了最后，“就有形的化身而言，生命必

第十二章

虚幻和现实

物理学、哲学及时间的风景

时间宛若携我前行的长河，但我就是河；好似吞噬我的老虎，但我就是虎；亦如烧干我的烈火，但我就是火。

——博格斯

时间是幻觉。午餐时间更是双倍的幻觉。

——道格拉斯·亚当斯

时间之旅进行到现在，我们从不同的角度窥探时间。有些人认为时间是绝对的，有些人认为是相对的。有人觉得时间是一条线，有人则觉得是一大块。还有人想把时间折回原点，绕着圈圈在时间中旅行。我们也设想过最早感受到时间流动的人过着怎样的生活，还有人学到了把一秒钟切割成数十亿份。在现代科学能够涵盖的范围内，我们看到了时间的起点和终点。

觉到的记忆和经验，以及对未来的期望，都来自大脑这种物理化学环境中的信息贮存、处理、衰退和熵生成。”

大脑的确会把信息搬来搬去，但是否和计算机移动信息的方式类似，一直是大家争论不休的问题（彭罗斯属于强烈反对这个说法的一派）。最近也有很多人提出论据，认为信息论总有一天会帮助我们了解物理学定律以及意识的本质*。虽然还无法证明，但如果这个论据能解释时间表象流动的来源，就很值得钻研。

也有人从演化的观点探讨这个问题。面对时间的流动，老祖宗跟现代人的想法相去甚远，随着时间的流逝，我们的世界观跟着演进。在大脑发展时，世界观也一起发展。每时每刻，来自四面八方的新信息不断地轰炸（形状和颜色、不同层次的光影、声音和气味等等），我们的大脑亦有方法整合所有的信息，锻造出合理的生活写照。如果失去这种能力，源源流人的数据所造成的混乱会让人无所适从。相反，我们就能建构出“场景”。生存价值当然是主因——我们不会看见一双露出凶光的眼睛以及黑黄相间的条纹，我们会看到“一只老虎”，当然拔腿就跑。

时间流动也是类似的构造吗？愈来愈多的思想家提出类似的结论，和霍金合作“宇宙无边界”说法的物理学家哈特尔（第十章）也是其中一名。他写道：“我们强烈地感觉到有‘现在’以及时间从过去‘流过’现在通往未来，都跟生存价值有关。”他也希望，如果能确定演化对人类感知设下的约

* 有两本趣味盎然的书在2006年出版，都探讨这个想法，分别是塞费的《解读宇宙密码》和劳埃德的《宇宙的设计》。

存在于“现在”。

别忘了，如果我们采纳巴伯的见解——所有过去和未来的“你”都跟现在正在读这个句子的“你”一样真实——那么曾经活过的人现在仍“活着”。根据这个看法，希特勒和斯大林也跟其他人一样“活着”。这让人感觉利弊难断，想到所爱的人仍活着（在时空或柏拉图尼亚的某处，就是“没有现在”的场所中），似乎就能得到安慰，但想到带来苦难不公的情况仍在进行中，一定会让我们觉得痛苦。巴伯不喜欢说某件事“仍在进行中”、“正在发生”或“正在继续”这样的说法，因为这么说就会给人时间正在流动的错觉。他比较喜欢说这些事件“存在”。

这个关于存在的观点很值得注意，也实在很难懂。我想我懂了，但是不一定会赞同。巴伯呢？当然他一定也跟其他人一样，感觉得到时间流动和流逝，不是吗？

没错，他承认在这方面他跟其他人一样。巴伯说：“我的生活跟其他人没什么两样。”尽管如此，怀有这些脱离正统的时间观点，或许也对他有益。“我觉得我的理论让我比很多人更珍惜每一个刹那”，他告诉我，他不在乎要跟别人斗个你死我活。的确，很难找到像南纽英顿这样远离都市尘嚣的地方。如果（起码在英格兰）要找个避开现代社会压力的住所，这里就是最好的选择。巴伯补充道：“我真的认为世界太美了，太有意思了。我要尽我所能品味一切。”

在加拿大多伦多谈时间

巴伯的想法脱离了主流，但他也有自己的追随者。至少他

启发了新一代的物理学家，他们很敬佩巴伯能用新的方法思考古老的问题。

位于多伦多滑铁卢的圆周研究所主要研究理论物理学，在这里工作的物理学家施莫林也是巴伯的追随者（我们在第六章简短地提过）。圆周研究所是独立的研究机构，离多伦多市区有一个小时的车程，施莫林就住在这里。他和其他人创造的“循环量子重力理论”，应该就是他最出名的成就，他们提出这个理论来取代想要联合相对论和量子理论的弦论。循环量子重力理论指出，空间和时间必须量子化（跟彭罗斯的扭子理论一样）。根据施莫林的说法，“循环”这个词“源自理论中的一些计算结果牵涉到时空中标出的小循环”。我们甚至可以把空间（跟时间）当成这些循环组成的结果，这些循环小到几乎无法想象，直径约为 10^{-35} 次方*。

在那之后，大家都知道施莫林写了一本争议性很强的书《物理学的困惑》（2006年出版），很多人认为这本书在攻击弦论。施莫林在书中主张，弦论虽然感觉很有希望，但大肆宣传了几十年后，却无法提出成果。他也说，太多才华横溢的年轻物理学家放弃了其他的方法，纷纷走上弦论的道路。弦理论家听了当然不高兴了。（施莫林强调，他并不想用这本书攻击某些弦理论家。）

施莫林从哈佛大学取得博士学位，在耶鲁大学和宾州州立大学任教后，定居在加拿大的安大略省。他住在多伦多宁静的住宅区里，正好在皇后西街热闹的那一带和新兴的西皇后西街

* 在《宇宙的构造》中，格林恩总结与之对抗的理论如下：“一言以蔽之，弦理论家从小（量子理论）到大（重力理论），循环量子重力理论的支持者则从大（重力理论）到小（量子理论）。”比较这两种方法时，他说弦论的进展超前了。

（找不到更好的名字给这个地带）中间。

施莫林告诉我，他非常敬重彭罗斯和巴伯。过去他曾说过，巴伯尤其是他心目中的“哲学导师”。他特别崇拜巴伯处理量子重力理论的方式。施莫林说，很多处理这个问题的人都给人“思绪松散”的感觉，而巴伯却“真的想得很透彻”。

但施莫林并没有全盘采纳这位英国学者“时间无干”的结论。施莫林不愿意承认所有的“现在”都具有同等的地位。这种做法完全地抽掉了时间的本质，剩下来的就不是我们所知的“时间”了。施莫林告诉我：“从哲学的角度来看，我相信时间真的是基本要素，这个想法挥之不去。时间是自然体验的基本要素，怎么可能不是宇宙的基础呢？”

52岁的施莫林顶着一头乱发，蓄着发白的胡须，戴着金属框眼镜，黑色羊毛衣袖卷得高高的。我们坐在他家的大餐桌旁谈话，周围不断有人经过（也有动物），包括管家、施莫林15个月大的儿子小凯、名叫埃米莉的黑色大狗、偶尔帮忙遛狗的人（他的妻子是律师，这时正好不在家）。施莫林说：“我就待在这里，旁边有人来来去去。”



物理学家施莫林

既然有人来来去去，又怎么能否决时间的流动呢？

我们啜饮热茶，配上巧克力碎屑饼干，施莫林说：“我们体验到的真实有如连续不断的时刻，很难归纳出特征，但不论在什么情况下，很清楚地都

有‘现在’——虽然说起来会让人觉得很混淆，也有‘过去’和‘未来’。”

听起来还算合理，不久以前，这样的说法对我而言就是不证自明的真理，甚至可用显而易见来形容，现在听起来仍给我很真实的感觉。

“坐在这里聊天时，‘现在’一直更新，曾是‘现在’的东西就不再存在，”施莫林继续说，“这一定是最基本的。在体验真实时，也是最难磨灭的特征。”

换句话说，施莫林跟彭罗斯和巴伯一样，相信物理学对时间的钻研还不够。我们的理论虽然不错，却无法抓住时间本质的精华。

施莫林认为，时间（包括令人头痛的“流动”）太真实了，不能用幻觉来带过。因此巴伯“时间无干”世界的见解并不在他认同的范围内。

我告诉他我跟巴伯讨论过恺撒大帝究竟是死是活。施莫林说：“我不同意巴伯的说法。恺撒已经不存在了。”

有些物理学家把时间只定义成时钟测量的对象，再没有其他含义了，这听起来十分刺耳，也让施莫林很不满。或许就实证性定义而言也够了，但他说这也是“一种实证性借口。我在这方面并非实证主义者”。这种定义一来没考虑到因果关系，更不用说大家常提到的流动*。

施莫林在《宇宙的生命》（1997年出版）这本书中表达

* 所谓的“实证主义”这种哲学立场提供了另一条“逃生通道”，实证主义以测量和观察的结果为焦点，并不想辩明“真实”。霍金就曾说过：“如果像我一样采取实证主义的立场，你就说不出时间到底是什么。你只能描述某种已经证明还不错的时间数学模型，指出这个模型能预测的东西。”

了类似的关切：“就个人而言，面对一个没有变化和时间的世界，我的想象力就消散了。我不知道人类心智所能想象的事物有没有真正的限制，但光想这个问题就会让我更靠近自己的心智中能用语言或其他方法来设想的界限。”

我提出另一个建议，时间的流动是心智的属性，不是宇宙的特质。要解释时间的流动，最后仍将走上哲学的道路。

他说：“这一点也让我想了很久。我想不出来要用什么方法解释。”

早在爱因斯坦出现前，时间“流动”的概念就快要消失了。或许可以说伽利略、笛卡儿和牛顿的研究成果让这个概念开始腐坏。这三位科学革命的伟人踏出第一步，用几何学的方法描绘时间（但是牛顿在他著名的定义中也提到了“流动”）。从此以后，我们就很习惯时间是一条线的说法，可以画在图表上，表示空间中的方向。如果时间和空间放在不同的轴上并形成正确的角度，我们就可以画另一条线来表示两者之间的关系。例如，我们可以绘图表示正在加速的车子已经通过的距离和用掉的时间*。把这个问题交给小学生，大多数人都画得出来。不过这种表现方式虽然有帮助，但学生画的线自然不会“流动”，也无法帮助我们了解这种流动。

在第六章我们已经看过这种思考方式会带我们走向何方——我们可以想象宇宙是“块状”，里面有很多同样重要的“现在”。没有“流动”把“现在”从未来运送到现在，或从现在运送到过去。当然也没有包罗一切的“现在”能够联合所

* 一般标绘的方法是让图表的线向右上方走。也就是说，距离随着时间一起增加。如果车速固定，就会画出一条直线。

味的普林斯顿享受隐居的生活。他去世前在这里住了22年。

普林斯顿在美国算是高档的大学城，自爱因斯坦去世后过了五十多年，小镇风貌依旧（有可能多了一两家星巴克咖啡店）。但跟爱因斯坦少年居住的波恩相比，为这位举世闻名的居民举办的庆祝活动实在很少。爱因斯坦的房子如他所愿并未改建成纪念馆，目前依然是私人住所。（这栋房子仍散发出天才的味道，住在此处的经济学家最近拿到了诺贝尔奖。）当地的历史学会在纳苏街经营一家小小的博物馆，陈列了不少跟爱因斯坦有关的收藏物，在2005年——爱因斯坦奇迹年的百年纪念日，当地的公民团体在市政厅前竖立了这位科学家的半身铜像。

爱因斯坦的相对论带给世人全新的时间观和空间观，他虽然清楚这一点，却也觉得有些不自在。也有人跟他陷入同样的挣扎，到了晚年，他常跟杰出的奥地利逻辑学家哥德尔

（1906~1978年）对话，这对

他的想法有很重要的影响。

哥德尔跟爱因斯坦一样逃离了纳粹的魔掌，搭乘火车穿越西伯利亚后，他乘船到达美国，1940年跟爱因斯坦一起在高等研究院工作。他们两人很快就变成了好朋友。在每天来回研究院的路上，他们缓步而行，穿过普林斯顿住宅区覆盖着茂密树荫的街道，用德语讨论宇宙的奥



位，但人性却认为所有的时刻并不平等。笛卡儿说“我思故我在”，他其实也可以说：“我思，故我现在在。”跟人类经验有关的事物都让我们不得不特别在意当下这个时刻。

去掉“现在”的特殊地位，时间的长河就会变成块状，每一个部分看起来都一样。或许这时我们会想到巴伯无穷无尽的现在，还有无穷无尽的巴伯。还有麦克塔加特的“B系列”，其中有很多事件，但没有事件“发生”。“再来”则是多伊奇的主张，“现在”只是主观的标签。爱因斯坦革命性的理论就把我们带到这里吗？如果答案是肯定的，为什么我们觉得自己只占据了独一无二的现在？如果彭罗斯的说法没错，能了解人类的意识时，我们就有答案了吗？难怪尤格拉衷心盼望能够知道五十年前，爱因斯坦和哥德尔傍晚时分在空气清新的普林斯顿漫步时究竟聊了什么。他写道：“当大众（或许不包含所有的人）的心理坚持一个信念，也就是从时间的角度来说，相信宇宙和爱因斯坦博士之间一切都很顺利，等于是把自信心寄托在错误的地方。一切其实都不顺利。”

来听听爱因斯坦自己关于这些问题有什么说法，应该很有趣。很可惜虽然爱因斯坦著作等身，题材广泛，不限于物理学，也涵盖了政治、人权、宗教等等，但他对于时间灭绝的想法却只能看到蛛丝马迹。我们在第七章看过，爱因斯坦提到“简单而主观地感觉到”时间的流动，这种感觉“让我们能够整理印象，判断某件事比较早发生，另一件事则比较晚”。另一个或许非常重要的线索来自生于德国的哲学家卡纳普（1891~1970年）。纳粹掌权后，卡纳普设法离开德国，在高等研究院与爱因斯坦短暂共事，然后移居到加州，接受加州大学洛杉矶分校的职位。在一篇自传性的论文中，卡纳普提到20世

参考书目

我特别推荐标记*的文献. 这些文献探讨关于时间本质的特定面向。我也推荐标记*(T)的文献, 不过这些文献包含一些技术性内容, 可能较适合有无理科学背景的读者。

*Adams, Fred and Gregory Laughlin. *The Five Ages of the Universe*. New York: The Free Press, 1999.

Alexander, H.G. *The Leibniz-Clarke Correspondence*. Manchester: Manchester University Press, 1956.

Aveni, Anthony. *Ancient Astronomers*. Washington: Smithsonian Books, 1995.

*_____. Anthony. *Empires of Time*. New York: Kodanasha International, 1995.

Barnes, Jonathan. *Early Greek Philosophy*. London: Penguin, 1997.

Benford, Gregory. *Deep Time*. New York: HarperCollins, 1999.

*Blaise, Clark. *Time Lord: Sir Sandford Fleming and the Creation of Standard Time*. London: Weidenfeld & Nicholson, 2000 (2001 ed.).

Bostrom, Nick, and Milan Cirkovic (eds.). *Global Catastrophic Risk*. Oxford: Oxford University Press, in press.

Brandon, S.G.F. *History, Time and Deity*. Manchester: Manchester University Press, 1965.

Brockman, John (ed.). *How Things Are: A Science Tool-kit for the Mind*. London: Weidenfeld & Nicholson, 1995.

*Boorstin, Daniel. *The Discoverers: A History of Man's Search to Know His World and Himself*. New York: Random House, 1983 (1985 ed.).

Burl, Aubrey. *The Stone Circles of the British Isles*. New Haven, Conn.: Yale University Press, 1976.

Calaprice, Alice (ed.). *The New Quotable Einstein*, Princeton, N.J.: Princeton University Press, 2005.

Clute, John, and Peter Nicholls (ed). *The Encyclopedia of Science Fiction*, New York: St. Martin's Press, 1995.

Cocks, Doug. *Deep Futures: Our Prospects for Survival*. Montreal and Kingston: McGill-Queen's University Press, 2003.

Cohen, I. Bernard, and Anne Whitman. *Isaac Newton - The Principia: A New Translation*. Berkeley: University of California Press, 1999.

Cornish, Edward. *The Study of the .Washington: World Future Society*, 1977.

Coveney, Peter, and Roger Highfield. *The Arrow of Time: A Voyage through Science to Solve Time's Greatest Mystery*. New York: Ballantine Books, 1990.

*(T) Dainton, Barry. *Time and Space*. London: Acumen Publishing, 2001.

*Danielson, Dennis (ed.). *The Book of the Cosmos: Imagining the Cosmos from Heraclitus to Hawking*. Cambridge, Mass: Perseus Publishing, 2000.

Dale, Rodney. *Timekeeping*. London: The British Library, 1992.

*Davies, Paul. *About Time*. London: Penguin Books, 1995.

_____. *How to Build a Time Machine*. London: Penguin Books, 2001.

* Deutsch, David. *The Fabric of Reality*, London: Penguin Books, 1997.

*Duncan, David Ewing. *Calendar: Humanity's Epic Struggle to Determine a True and Accurate Year*. New York: Avon Books, 1998.

Einstein, Albert (trans./ed. Paul A. Schilpp). *Autobiographical Notes*. Chicago: Open Court Publishing, 1979.

Einstein, Albert, and Leopold Infeld. *The Evolution of Physics*. New York: Simon and Schuster, 1938 (1966 ed.).

Falk, Dan. *Universe on a T-Shirt: The Quest for the Theory of Everything*. Toronto: Penguin Books, 2002.

* Ferris, Timothy. *Coming of Age in the Milky Way*. New York: Anchor Books, 1988 (1989 ed.).

* _____. *The Whole Shebang*. New York: Simon & Schuster, 1997 (1998 ed.).

* _____ (ed.). *The World Treasure of physics. Astronomy, and Mathematics*. New York: Little, Brown and Company. 1991.

*Folsing, Albrecht. *Albert Einstein*. New York: Penguin Books, 1997 (1998 ed.).

*Fraser, J.T. *Time: The Familiar Stranger*. London: Tempus Books, 1987.

Gamei, Galileo. *Dialogue Concerning the Two Chief World Systems - Ptolemaic and Copernican* (trans. Stillman Drake). Berkeley:

University of California Press, 1967.

Galison, Peter. *Einstein's Clocks, Poincare's Maps*, New York: W.W. Norton & Company, 2003.

*Gell, Alfred. *The Anthropology of Time: Cultural Constructions of Temporal Maps and Images*. Oxford: Berg, 1992.

*Gleick, James. *Isaac Newton*. New York: Random House, 2003 (2004 ed.).

*Gorst Martin. *Measuring Eternity*. New York: Broadway Books, 2001.

Gott, j. Richard. *Time Travel in Einstein's Universe: The Physical Possibilities of Travel through Time*. New York: Houghton Mifflin, 2002.

*(T) Greene, Brian. *The Elegant Universe*. New York: W.W. Norton & Company, 1999.

*(T) _____. *The Fabric of the Cosmos*, New York: Vintage Books, 2004.

Gribbin, John. *In Search of Schrodinger's Cat: Quantum Physics and Reality*. New York: Bantam Books, 1984 (1988 ed).

* _____. *The Birth of Time: How Astronomers Measured the Age of the Universe*. New Haven: Yale University Press, 1999.

_____. *The Origins of the Future: Ten Questions for the Next Ten Years*. New Haven: Yale University press, 2006.

Griffiths, Sian (ed.). *Predictions*. Oxford: Oxford University Press, 1999.

Hawking. Stephen. *Black Holes and Baby Universes*, New York: Bantam Books, 1994.

- _____. *A Brief History of Time*. New York: Bantam Books, 1988.
- *_____. *The Universe in a Nutshell*, New York: Bantam Books, 2001.
- *Isaacson, Walter. *Einstein: His Life and Universe*. New York: Simon & Schuster, 2007.
- *Kaku, Michio. *Einstein's Cosmos: How Albert Einstein's Vision Transformed Our Understanding of Space and Time*. New York: W.W. Norton & Company, 2004.
- _____. *Visions: How Science Will Revolutionize the 21st Century*. New York: Anchor Books, 1997.
- Kandel, Eric. *In Search of Memory*. New York: W.W. Norton & Company, 2006.
- *Klein, Richard G., with Blake Edgar. *The Dawn of Human Culture*. New York: John Wiley & Sons, 2002.
- Krauss, Lawrence. *The Physics of Star Trek*, New York: Basic Books, 1995.
- Kurzweil, Ray. *The Age of Spiritual Machines*. New York: Penguin Books, 1999 (2000 ed.).
- *Landes, David S. *Revolution in Time: Clocks and the Making of the Modern World*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1983.
- *Levine, Robert. *A Geography of Time: The Temporal Misadventures of a Social Psychologist, or How Every Culture Keeps Time Just a Little Bit Differently*. New York: Harper Collins, 1997.
- Leslie, John. *The End of the World: The Science and Ethics of Human Extinction* New York: Routledge, 1996.
- *Lippincott, Kristen (ed). *The Story of Time*. London: Merrell

Holberton Publishers, 2000.

*(T) Lockwood, Michael. *The Labyrinth of Time*, Oxford: Oxford University Press, 2005.

Lucas, J.R. *A Treatise on Time and Space*. London: Methuen & Co. Ltd., 1973.

Macey, Samuel L. (ed.). *The Encyclopedia of Time*. New York: Garland Publishing, 1994.

Mallett, Romnald, with Bruce Henderson. *The Time Traveler*. New York: Thunder's Mouth Press, 2006.

McCready, Stuart (ed.). *The Discovery of Time*. Naperville, Ill.: Sourcebooks Inc., 2001.

*Mithen, Steven. *The Prehistory of the Mind*. London: Thames and Hudson, 1996.

*Nahin, Paul. *Time Machines: Time Travel in Physics, Metaphysics, and Science Fiction*, New York: Springer Verlag, 1999.

*(T) Pais, Abraham. *Subtle is the Lord: The Science and Life of Albert Einstein*. Oxford: Oxford University Press, 1982.

*(T) Penrose, Roger. *The Emperor's New Mind*. New York: Oxford University Press, 1989 (1990 ed.).

_____. *The Road to Reality: A Complete Guide to the Laws of the Universe*. New York: Alfred A. Knopf, 2005.

_____. *Shadows of the Mind*. Oxford: Oxford University Press, 1994 (1995 ed.).

Pickover, Clifford A. *Time: A Traveler's Guide*. Oxford: Oxford University Press, 1998.

Price, Huw. *Time's Arrow and Archimedes' Point: New Direction for*

the Physics of Time. Oxford: Oxford University Press, 1996.

Pritchard, Evan T. *No Word for Time: The Way of the Algonquin People*. Tulsa, Okla.: Council Oak Books, 1997.

Rees, Martin. *Our Cosmic Habitat*. Princeton: Princeton University Press, 2001.

* _____. *Our Final Hour*. New York: Basic Books, 2003.

Ridderbos, Katinka (ed). *Time*. Cambridge: Cambridge University Press, 2002.

Ruggles, Clive. *Astronomy in Prehistoric Britain and Ireland*. New Haven, Conn.: Yale University Press, 1999.

Savitt, Steven (ed). *Time's Arrow Today: Recent philosophical work on the direction of time*. Cambridge: Cambridge University Press, 1995.

*Schacter, Daniel. *Searching for Memory*. New York: Basic Books, 1996.

* _____. *The Seven Sins of Memory*. New York: Houghton Mifflin Company, 2001.

Shapley, Harlow et. al. (eds.). *A Treasury of Science*. New York: Harper and Brothers, 1943.

Smolin, Lee. *The Life of the Cosmos*. Oxford: Oxford University Press, 1997.

* _____. *The Trouble With Physics: The Rise of String Theory, the Fall of a Science, and What Comes Next*. New York: Houghton Mifflin Company, 2006.

*Sobel, Dava. *Longitude: The True Story of a Lone Genius Who Solved the Greatest Scientific Problem of His Time*. New York:

Penguin Books, 1995 (1996 ed.).

Stachel, John. *Einstein's Miraculous Year*. Princeton: Princeton University Press, 1998 (2005 ed.).

*Steel, Duncan. *Marking Time: The Epic Quest to Invent the Perfect Calendar*. New York: John Wiley & Sons, 2000.

*(T) Thorne, Kip. *Black Holes and Time Warps*. New York: W.W. Norton & company, 1994.

Toomey, David. *The New Time Travelers*, New York: W.W. Norton & Company, 2007.

*Toulmin, Stephen, and June Goodfield. *The Discovery of Time*. Chicago: University of Chicago Press, 1965 (1977 ed.).

Turetzky, Philip. *Time*. London: Routledge, 1998.

*Weinberg, Steven. *The First Three Minutes*. New York: Basic Books, 1997 (1988 ed.).

*Westfall, Richard. *The Life of Isaac Newton*. Cambridge: Cambridge University Press, 1994.

Westphal, Carl, and Jonathan Levenson (eds.). *Reality*. Indianapolis: Hackett Publishing Co" 1994 (1993 ed.).

Whitrow, G.J. *The Nature of Time*. London: Penguin, 1972 (1975 ed.).

*_____. *Time in History: Views of Time from Prehistory to the Present Day*. Oxford: Oxford University Press, 1988 (1990 ed.).

Yourgrau, Palle. *A World Without Time: The Forgotten Legacy of Godel and Einstein*. New York: Basic Books, 2005 (2006 ed.).